



ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ, ΤΜΗΜΑ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Διοίκηση Επιχειρήσεων (MBA)

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ : Πληροφοριακά Συστήματα

Ο γραμμικός προγραμματισμός ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στο εσωτερικό μιας εταιρίας

Η εργασία (Thesis) υποβάλλεται για τη μερική κάλυψη των απαιτήσεων για την
απόκτηση Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

Καβακλή Βασιλική

A.M. : 378

Επιβλέπων Καθηγητής : Δημητριάδης Σωτήριος

Φεβρουάριος 2023

Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψη προσωπικής ευθύνης

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Διπλωματική μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Μεταπτυχιακού Τίτλου των Μεταπτυχιακών Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

Πίνακας Περιεχομένων

Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψη προσωπικής ευθύνης.....	2
Πίνακας Περιεχομένων	3
Περίληψη	5
Abstract.....	6
Ευχαριστίες.....	8
1 Εισαγωγή.....	9
1.1 Αντικείμενο εργασίας	9
1.2 Μεθοδολογική προσέγγιση	10
1.3 Δομή της εργασίας	10
1.4 Σκοπός έρευνας.....	11
1.5 Ερευνητική μέθοδος.....	11
1.6 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων	12
1.7 Ηθικά θέματα.....	14
2 Στοιχεία από την θεωρία του Γραμμικού Προγραμματισμού	15
2.1 Γενικά	15
2.2 Εισαγωγικές έννοιες	15
2.2.1 Ιστορική αναδρομή.....	16
2.2.2 Μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού	18
2.3 Κύρια χαρακτηριστικά των προβλημάτων ΓΠ	21
2.4 Ποσοτική ανάλυση δεδομένων.....	26
2.5 Πλεονεκτήματα χρήσης μεθόδων Γραμμικού Προγραμματισμού.....	28
2.5.1 Χρήση ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων	28
2.5.2 Χρήση ως εργαλείο διοικητικών αποφάσεων	31
3 Χαρακτηριστικές Περιπτώσεις χρήσης Γραμμικού Προγραμματισμού και αποτελέσματα.....	34
4 Ο Γραμμικός Προγραμματισμός ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στον αγροτικό τομέα.....	38
5 Ο Γραμμικός Προγραμματισμός ως εργαλείο λήψης αποφάσεων στην διαχείριση ενεργειακών συστημάτων	43
6 Συμπεράσματα.....	49

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εκπονείται στο πλαίσιο του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών του τμήματος Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων του Διεθνούς Πανεπιστημίου Ελλάδος και έχει ως κύριο ερώτημα την χρήση του Γραμμικού Προγραμματισμού ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων και λήψης διοικητικών αποφάσεων στο εσωτερικό μιας επιχείρησης. Για να απαντηθεί, λοιπόν, αυτό το κύριο ερώτημα της έρευνας η μέθοδος που ακολουθήσαμε είναι αυτή της Συστηματικής Βιβλιογραφικής Επισκόπησης (SLR) και σκοπός μας είναι να παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα με τέτοιο τρόπο ώστε μετά το πέρας της ανάγνωσης να είναι κανείς σε θέση να κατανοήσει πλήρως το θέμα και τις θέσεις μας. Για να καταστεί δυνατή η συστηματική βιβλιογραφική επισκόπηση, επιλέξαμε συγκεκριμένες βάσεις επιστημονικών άρθρων και δημοσιεύσεων, αναζητώντας με λέξεις-κλειδιά, ώστε να προκύψουν οι έρευνες που παρουσιάζουμε σε αυτή την ποιοτική διερεύνηση προηγούμενων ερευνών. Η δομή της εργασίας ακολουθεί την λογική της κλασσικής βιβλιογραφικής επισκόπησης, σε συνδυασμό όμως με την συστηματική μέθοδο. Παρουσιάζονται σχετικές έρευνες και αναλύονται τα θέματα όπως οι ορισμοί, τα πλεονεκτήματα και οι εφαρμογές σε πραγματικό χρόνο του γραμμικού προγραμματισμού. Μέσα από αυτή την επισκόπηση γίνεται αντιληπτή η σημαντική συνεισφορά των μεθόδων γραμμικού προγραμματισμού στους διάφορους τομείς των επιχειρήσεων και οργανισμών, ο οποίος όταν χρησιμοποιείται με τρόπο συνετό και αντικειμενικό, μόνο θετικά αποτελέσματα μπορεί να επιφέρει.

Λέξεις - Κλειδιά : Γραμμικός Προγραμματισμός, Ορισμός Γραμμικού Προγραμματισμού, Οφέλη Γραμμικού Προγραμματισμού, Ο Γραμμικός Προγραμματισμός ως επιχειρηματικό εργαλείο, Μελέτη περίπτωσης Γραμμικού Προγραμματισμού

Abstract

This thesis is prepared within the framework of the Master's degree program in Business Administration of the Business Administration Department of the International Hellenic University and aims to analyze the use of Linear Programming as a problem-solving and decision making tool within a company. Therefore, in order to answer the main research question, the research method we followed is that of the Systematic Literature Review (SLR) and our aim is to present the results in such a way that after the end of the reading, one should be able to fully understand the subject and our positions. To enable a Systematic Literature Review, we selected specific databases of scientific articles and publications, searching with keywords, to derive the studies we present in this qualitative investigation of previous research. The structure of the work follows the logic of the classical literature review, but in combination with the systematic method, the respective research is presented and topics such as definitions, advantages and real-time applications of linear programming are discussed. Through this review, the significant contribution of linear programming methods in various areas of businesses and organizations is perceived, which when used in a judicious and objective manner, can only bring about positive results.

Keywords: Linear Programming, Linear Programming definition, Linear Programming benefits, Linear Programming as business tool, Linear Programming case study

Κατάλογοι εικόνων, πινάκων και διαγραμμάτων

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 - Αντικειμενική συνάρτηση, αντικειμενικοί συντελεστές, μεταβλητές απόφασης	24
Εικόνα 2 - Έκφραση περιορισμών αντικειμενικής συνάρτησης	24
Εικόνα 3 - Γενική μορφή μοντέλων μεγιστοποίησης και ελαχιστοποίησης	25

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος και συγκεκριμένα στο τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων κατά το έτος 2022-2023. Αξίζει λοιπόν να αφιερώσω την παρούσα σελίδα για εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στους ανθρώπους που συνέβαλαν και βοήθησαν στην διεκπεραίωση της προσπάθειας αυτής.

Η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής θα ήταν αδύνατη χωρίς την πολύτιμη υποστήριξη του καθηγητή μου κ. Σωτήριου Δημητριάδη. Του εκφράζω ένα βαθύ ευχαριστώ για την άριστη συνεργασία μας στα πλαίσια εκπόνησης της εργασίας αυτής, για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε προκειμένου να μου παρέχει την κατάλληλη καθοδήγηση και τις κατάλληλες εξηγήσεις πάνω στο θέμα καθώς και για την συμβολή του κατά την διάρκεια των σπουδών μου.

Θέλω, επίσης, να ευχαριστήσω βαθιά τον σύζυγο μου Νίκο, για την άμετρη συμπαράσταση, βοήθεια και κατανόηση που έδειξε καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου όπως επίσης και τις φίλες μου Εύα και Νάνση που διάβασαν κάποια κομμάτια της εργασίας αυτής δίνοντας ανατροφοδότηση σαν εξωτερικοί παρατηρητές.

Τέλος θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τα αδέρφια μου Σταυρούλα, Δημήτρη, Χρήστο και Κωνσταντίνα για την στήριξη τους αλλά περισσότερο τους γονείς μου Μιχάλη και Ξανθή, οι οποίοι υπήρξαν πολύτιμοι αρωγοί σε όλο αυτό το ακαδημαϊκό μου ταξίδι και στους οποίους οφείλω όλη την διαδρομή των σπουδών μου, μέχρι και σήμερα.

1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο εργασίας

Οι οργανισμοί αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις όσον αφορά τον προγραμματισμό και την κατανομή πόρων λόγω των ραγδαίων αλλαγών που καθορίζουν το επιχειρηματικό περιβάλλον στον εικοστό πρώτο αιώνα. Μια επιχείρηση χρειάζεται εισροές με τη μορφή εργασίας, πρώτων υλών, χρόνου και άλλων πόρων για να παράγει έναν ορισμένο όγκο εκροών προκειμένου να επιτύχει τους στόχους της. Η επιτυχής αξιοποίηση των πόρων απαιτεί μια επιστημονική προσέγγιση για την επίτευξη των επιθυμητών οργανωτικών στόχων. Προς την κατεύθυνση αυτή η εργασία διερευνά τη βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση του Γραμμικού Προγραμματισμού για την επίτευξη οργανωτικών στόχων σε ένα ταχέως εξελισσόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον. Οι ανασκοπήσεις της σχετικής βιβλιογραφίας δείχνουν ότι η χρήση του μοντέλου Γραμμικού Προγραμματισμού έχει επηρεάσει σημαντικά τις διαχειριστικές αποφάσεις σχετικά με την κατανομή των πόρων και την ποσότητα των προϊόντων που παράγονται για την επίτευξη των στόχων. Ως αποτέλεσμα, η χρήση του μοντέλου Γραμμικού Προγραμματισμού για τη διαχείριση περιορισμένων πόρων είναι απαραίτητη για την επίτευξη των οργανωτικών στόχων (Samauel et al., 2021).

Το θέμα της εργασίας επικεντρώθηκε στον Γραμμικό Προγραμματισμό, μια ποσοτική τεχνική που χρησιμοποιείται συχνά σε εταιρείες κάθε τύπου σήμερα, και πώς επηρεάζει τις αποφάσεις σχετικά με τον προγραμματισμό. Διάφορα μοντέλα, όπως το μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού, έχουν δημιουργηθεί για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων ζητημάτων καθώς προκύπτουν. Στην πραγματικότητα, η σωστή χρήση της ποσοτικής ανάλυσης είναι αυτό που την κάνει πρακτική και κατάλληλη. Οι ερευνητές προτείνουν το συνδυασμό ποσοτικής ανάλυσης και Γραμμικού Προγραμματισμού για την αντιμετώπιση μιας σειράς προβλημάτων που σχετίζονται με την κατανομή πόρων στην αρχική διαδικασία σχεδιασμού παραγωγής των εταιρειών (Bagshaw, 2019).

Ο στόχος αυτής της εργασίας είναι να αποσαφηνίσει τα αποτελέσματα της χρήσης ποσοτικών εργαλείων για τη λήψη αποφάσεων και την επίλυση προβλημάτων σε φορείς του δημόσιου και του ιδιωτικού τομέα, οι οποίοι ακολουθούν ορθή χρήση των εργαλείων που προσφέρει ο Γραμμικός Προγραμματισμός μέσω της ποσοτικής ανάλυσης δεδομένων. Εξετάζονται προηγούμενες μελέτες σχετικές με το θέμα της εφαρμογής ποσοτικών μεθόδων για την επίλυση προβλημάτων και τη λήψη αποφάσεων σε διάφορες επιχειρήσεις. Τα ευρήματα καταδεικνύουν πόσο σημαντικό είναι να χρησιμοποιούνται

ποσοτικές μέθοδοι κατά τη λήψη διοικητικών επιλογών και την αντιμετώπιση προβλημάτων, ώστε ο οργανισμός να αναπτυχθεί και να γίνουν οι σωστές επιλογές (Rabab'h, 2019).

Συνοψίζοντας, σκοπός αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η διερεύνηση του βαθμού που ο Γραμμικός Προγραμματισμός μπορεί να λειτουργήσει ως ένα εργαλείο επίλυσης προβλημάτων και ως βοηθός στη λήψη διοικητικών αποφάσεων στο εσωτερικό μιας επιχείρησης. Θα εξεταστεί, λοιπόν, η στάση των υπεύθυνων διοίκησης και λήψης αποφάσεων απέναντι στη χρήση μεθόδων ποσοτικής ανάλυσης και ο βαθμός που περιγράφεται στη βιβλιογραφία ότι η χρήση τέτοιων μεθόδων μπορεί όντως να αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο σε όλες τις πτυχές δραστηριότητας μιας επιχείρησης.

1.2 Μεθοδολογική προσέγγιση

Η εργασία χρησιμοποιεί τη μέθοδο της Συστηματικής Βιβλιογραφικής Ανασκόπησης, με βασικές πηγές ακαδημαϊκά βιβλία, περιοδικά και άλλα έργα της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας που είναι φυσικά ή ψηφιακά προσβάσιμα. Εστιάζει στις ιστορικές πληροφορίες που ήρθαν στο φως με την χρήση του Γραμμικού Προγραμματισμού ως επιχειρηματική πρακτική, καθώς και σε πληροφορίες σχετικές με την διεθνή αγορά, με τη μελέτη περιπτώσεων όπου έχει αποδειχθεί ο βαθμός χρήσης και αποτελεσμάτων.

1.3 Δομή της εργασίας

Η εργασία έχει χωριστεί σε έξι κεφάλαια για τους σκοπούς της καλύτερης παρουσίασης των αποτελεσμάτων στην Συστηματική Βιβλιογραφική Επισκόπησης. Στο 2^ο κεφάλαιο της εργασίας αναλύονται ενδελεχώς οι έρευνες από τις οποίες προέκυψαν οι ορισμοί, η ιστορική αναδρομή του θέματος και παρουσιάζονται δεδομένα της πανδημικής περιόδου που αφορούν επιχειρήσεις του διεθνούς επιχειρηματικού τοπίου. Στο 3^ο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται κάποιες χαρακτηριστικές περιπτώσεις της χρήσης του Γραμμικού Προγραμματισμού και τα αποτελέσματα τους ενώ στο 4^ο κεφάλαιο αποσαφηνίζεται πως ο Γραμμικός Προγραμματισμός καθίσταται ως ένα σημαντικό εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στον αγροτικό, κυρίως τομέα. Στο 5^ο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται πλέον κατανοητός ο τρόπος που ο Γραμμικός Προγραμματισμός λειτουργεί ως εργαλείο στην λήψη διοικητικών αποφάσεων στην διαχείριση των ενεργειακών συστημάτων. Τέλος, στο 6^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συνολικά αποτελέσματα της έρευνας, δίδονται απαντήσεις στα ερευνητικά ερωτήματα και εξάγονται τα ερευνητικά συμπεράσματα.

1.4 Σκοπός έρευνας

Σκοπός της έρευνας είναι να μελετηθεί ο βαθμός που ο Γραμμικός Προγραμματισμός χρησιμοποιείται ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στο εσωτερικό μιας εταιρίας, στα πλαίσια της επιχειρησιακής έρευνας και της ποσοτικής ανάλυσης δεδομένων. Η εργασία εστίασε σε όλες τις μεθόδους ποσοτικής ανάλυσης με κύρια έμφαση στις δυνατότητες που προσφέρει ο Γραμμικός Προγραμματισμός σε κάθε μεγέθους και είδους επιχείρηση ή οργανισμό, για κάθε διεργασία και διαδικασία που διέπει αυτούς.

1.5 Ερευνητική μέθοδος

Οι Βιβλιογραφικές Επισκοπήσεις (LR, Literature Reviews) συνοψίζουν και αξιολογούν τη σχετική βιβλιογραφία για ένα θέμα. Εφαρμόζουν πληροφορίες που σχετίζονται με έρευνα και μη. Μια Συστηματική Βιβλιογραφική Επισκόπηση SLR (Systematic Literature Review) προσδιορίζει, αξιολογεί και συνθέτει τη βιβλιογραφία, συμπεριλαμβανομένης της λογοτεχνίας με κριτική και της γκρι λογοτεχνίας. Η SLR απαντά σε ένα συγκεκριμένο ερώτημα, δοκιμάζει υποθέσεις και θεωρίες ή δημιουργεί νέες ιδέες περιορίζοντας ταυτόχρονα το συστηματικό σφάλμα ή την προκατάληψη. Αυτό τη καθιστά «...λιγότερο ως συζήτηση της βιβλιογραφίας και περισσότερο ως επιστημονικό εργαλείο» (Petticrew & Roberts 2006).

Η SLR έχει εννέα χρήσεις, σύμφωνα με τον Mulrow (1994). Μειώνει πρώτα τις πληροφορίες. Δεύτερον, ενσωματώνει «ουσιώδη στοιχεία» πληροφοριών για τη λήψη αποφάσεων, την έρευνα και την πολιτική. Τρίτον, είναι μια οικονομικά αποδοτική επιστημονική μέθοδος, ειδικά αν ενημερώνεται συχνά. Τέταρτον, ομαδοποιώντας παρόμοια αποτελέσματα από διαφορετικές, βελτιώνει τη γενίκευση. Πέμπτον, παρέχει συστηματική αξιολόγηση των μεταβλητών σχέσεων. Έκτον, παρέχει στοιχεία και βοηθά στην εξήγηση της ασυνέπειας των δεδομένων και των ασυνεπών ευρημάτων σε μια περιοχή. Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπάρχουσών μελετών καταλήγοντας σε ένα συγκεντρωτικό αποτέλεσμα ενισχύει την έβδομη θέση. Όγδοο, η στατιστική εκτίμηση κινδύνου γίνεται πιο ακριβής. Ένατο, η συστηματική αναφορά διαδικασιών και μεθόδων θα πρέπει να αυξάνει την ακρίβεια ή να επιτρέπει την επαλήθευση (Petticrew & Roberts 2006)

Η ποιοτική SLR, που χρησιμοποιείται στην παρούσα διατριβή, συνθέτει πληροφορίες από πολλαπλές μελέτες για ένα θέμα για τη βελτίωση της γνώσης και της εννοιολογικής ή θεωρητικής ανάπτυξης. Συγκρίνοντας μελέτες, αυτή η μέθοδος βοηθά στην εύρεση

θεμάτων και στη δοκιμή και κατασκευή θεωριών. Απαιτεί από τον ερευνητή να αναλύσει την έρευνα με αρκετή λεπτομέρεια για να διατηρήσει την ιδιαίτερη ακεραιότητά της χωρίς να καθεί σε λεπτομέρειες, παρέχοντας χρήσιμη σύνθεση. Μια ποιοτική μεθοδολογία SLR, χρησιμοποιείται ευρέως με ποσοτικές προσεγγίσεις όπως η ποσοτική ανάλυση περιεχομένου. Οι βιβλιομετρικές ποσοτικοποιήσεις και η μελέτη των δικτύων συν-παραπομπών και λέξεων είναι αξιόπιστες μέθοδοι για την ταξινόμηση θεματικών περιοχών, ερευνητικών πεδίων και ερευνητών που σχετίζονται με την ανάλυση τόσο σύγχρονων ήδη υπάρχουσών όσο και αναδυόμενων θεμάτων (Petticrew & Roberts, 2006).

1.6 Συλλογή και ανάλυση δεδομένων

Για τους σκοπούς και τις ανάγκες της παρούσας έρευνας χρησιμοποιήθηκαν κυρίως η μηχανή αναζήτησης Google και ο Μελετητής Google (Google Scholar), όπως επίσης η πλατφόρμα του Scopus και Elsevier. Για την αναζήτηση και εύρεση των επιστημονικών εργασιών που ικανοποιούν τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν λέξεις-κλειδιά ως εξής: «linear programming», «linear programming definition», «linear programming benefits», «linear programming as business tool», «linear programming case study», «linear programming as a problem solving tool», «linear programming as a decision tool».

Οι επιστημονικές εργασίες που προέκυψαν παρουσιάζονται παρακάτω σε λίστα, η οποία χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες στις οποίες έχουμε διαχωρίσει τα αποτελέσματα (κεφάλαιο 2, κεφάλαιο 3, κεφάλαιο 4 και κεφάλαιο 5):

Κεφάλαιο 2 ^ο	
Ορισμός γραμμικού προγραμματισμού (LP)	Hurley et al., 2013/ Samauel et al., 2021/ Bagshaw, 2017/ Sohi et al., 2013/ Mac'Odo, 1997/ Martinich, 1997/ Aadharshana, 2019/ Nakhanu et al., 2015/ Dwivedi, 2008/ Osagie & Icheme, 2018
Κύρια χαρακτηριστικά γραμμικού	Gupta & Hira, 2009/ Hillier & Lieberman, 2004/ Taha, 2006/ Bagshaw, 2019/

προγραμματισμού	Wagner, 2007
Ποσοτική ανάλυση δεδομένων	Anyanwakoro, 2009/ Rabab'h et al., 2019/ Prasad, 2004/ Orga & Ogbo, 2012/ Idemobi, 2012/ Murdock, 2014/ Waters, 2011/ Render, stair, Jr & Hanaa, 2008/ Anderson et al., 2003/ Song, 2008/ Ying-yu & De-jian, 2011/ Marwaha, 2017
Πλεονεκτήματα χρήσης μεθόδων γραμμικού προγραμματισμού	Eraydin, 2011/ Goczek, 2010/ Caniato et al., 2011
Κεφάλαιο 3	
Περιπτώσεις χρήσης γραμμικού προγραμματισμού και αποτελέσματα	Masrequee, 2006/ Gedily, 2004/ Al-Hindi & Al-Hamali, 2003/ Nickels et al., 2002/ Ahmed, 1998/ Kao et al., 1997/ Ehie & Smith, 1994
Κεφάλαιο 4	
Ο γραμμικός προγραμματισμός ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στον αγροτικό τομέα	Alotaibi & Nadeem, 2021/ Thy et al., 2020/ Mohammadi et al., 2017/ Saxena & Khanna, 2015/ Bhatia & Rana, 2020/ Osama et al., 2017/ Nordin & Fatimah, 2011/ Sofi et al., 2015/ Wankhade & Lunge, 2012
Κεφάλαιο 5	
Ο γραμμικός προγραμματισμός ως εργαλείο λήψης αποφάσεων στην διαχείριση ενεργειακών συστημάτων	Polat & Gürtuna, 2018/ Bordin, 2015/ Damyant & David, 1990/ Fujii, 2002/ Cormio et al., 2003/ Iniyana & Sumathy, 2003/ Önüt & Soner, 2006/ Dicorato et al., 2008/ Tan et al., 2010/ Huneke et al., 2012/ Lopez-Pena et al., 2012/ Manfren, 2012/ Rizzo & Savino, 2012/ Xydis & Koroneos, 2012/ He et al., 2015/ Babonneau et al., 2016/ Bordin et al., 2016/ Umetani et al., 2016/ He et al.,

	2017/ Bourbon et al., 2018/ Kaldemeyer et al., 2018/ Lamedica et al., 2018/ Samsatli & Samsatli, 2018/ Urbanucci, 2018/ Wang et al., 2018/ Polat & Gürtuna, 2018
--	--

1.7 Ηθικά θέματα

Σε όλη την διάρκεια εκπόνησης της εργασίας, λήφθηκε μέριμνα να τηρηθεί η ερευνητική δεοντολογία. Συγκεκριμένα τηρήθηκαν τα ακόλουθα:

- Ειλικρίνεια και διαφάνεια κατά τη διαδικασία και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων.
- Αυστηρή τήρηση της βιβλιογραφικής δεοντολογίας όσον αφορά τις απαραίτητες παραπομπές και αναφορές.

2 Στοιχεία από την θεωρία του Γραμμικού Προγραμματισμού

2.1 Γενικά

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια επισκόπηση της βιβλιογραφίας και παρουσιάζονται τα βασικά στοιχεία από την θεωρία του Γραμμικού Προγραμματισμού. Πιο συγκεκριμένα, αρχικά παρουσιάζουμε τις βασικές θεωρητικές έννοιες και τα κύρια χαρακτηριστικά του Γραμμικού Προγραμματισμού. Ακολουθεί μια σύντομη ιστορική αναδρομή της εξέλιξης του Γραμμικού Προγραμματισμού και των μεθόδων ποσοτικής ανάλυσης. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρήση του ΓΠ ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων και λήψης διοικητικών αποφάσεων.

2.2 Εισαγωγικές έννοιες

Το μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού (ΓΠ - Linear Programming - LP) είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται στη διαχείριση πόρων για τη βέλτιστη παραγωγή. Είναι μια μαθηματική (αλγεβρική) τεχνική στην οποία οι σχέσεις μεταξύ πόρων και εκροών σε ένα σύστημα περιγράφονται από ένα σύνολο αλγεβρικών (γραμμικών) εξισώσεων. Δεδομένου ότι οι πόροι είναι σπάνιοι, η παραγωγή θα είναι περιορισμένη. Συγκεκριμένα, οι εξισώσεις πόρων και εξόδου συνδέονται συχνά με μια άλλη εξίσωση που ονομάζεται «αντικειμενική συνάρτηση» η οποία περιγράφει το επιθυμητό αποτέλεσμα με μαθηματικούς όρους (Hurley et al., 2013). Ωστόσο, για να ληφθεί η βέλτιστη λύση πραγματοποιείται ένα σύνολο μαθηματικών διαδικασιών με τη μορφή αντιστροφής πίνακα, η οποία προχωρά ακολουθώντας βήμα προς βήμα μια επαναληπτική διαδικασία για την εύρεση της βέλτιστης λύσης (Samauel et al., 2021).

Ο Bagshaw (2017) βλέπει τον Γραμμικό Προγραμματισμό ως μια γραμμική και βέλτιστη μαθηματική διαδικασία που χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων στον προσδιορισμό των ποσοτήτων των πόρων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν ή να παραχθούν, που είτε θα μεγιστοποιήσουν το όφελος είτε θα ελαχιστοποιήσουν το κόστος. Με άλλα λόγια, το ΓΠ έχει να κάνει με το μέγιστο όφελος ή την ελάχιστη απώλεια από περιορισμένους πόρους στην καθημερινή ζωή. Το μοντέλο παίζει σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση της διοικητικής απόφασης και έχει αποδειχθεί ικανό να λύνει προβλήματα όπως ο προγραμματισμός παραγωγής, η κατανομή πόρων, ο έλεγχος των αποθεμάτων, η διαφήμιση, κ.α. (Sohi et al., 2013).

Ο Mac' Odo (1997) βλέπει τον Γραμμικό Προγραμματισμό ως ένα μοντέλο που εφαρμόζεται στη βέλτιστη κατανομή περιορισμένων πόρων σε ανταγωνιστικές εναλλακτικές χρήσεις, υπό τις υποθέσεις βεβαιότητας, γραμμικότητας, σταθερής τεχνολογίας, σταθερού κέρδους ή κόστους ανά μονάδα και διαιρετότητας. Συγκεκριμένα, το μοντέλο διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση της διοικητικής απόφασης ικανής να λύσει ζητήματα που σχετίζονται με το μίγμα προϊόντων, την ανάθεση προσωπικού και μηχανών, την επιλογή του χαρτοφυλακίου επενδύσεων, την τοποθεσία του εργοστασίου, το χρονοδιάγραμμα μεταφοράς κ.α. Οι διοικήσεις συχνά στοχεύουν στη λήψη αποφάσεων είτε για την ελαχιστοποίηση του κόστους είτε για τη μεγιστοποίηση των οφελών, δεδομένου ενός συνόλου σπάνιων πόρων όπως ανθρώπινο δυναμικό, χρήματα, υλικά, δεξιότητες, χρόνος, εγκαταστάσεις κ.λπ. (Samauel et al., 2021).

2.2.1 Ιστορική αναδρομή

Όπως υποστηρίζει ο Aadharshana (2019), η διαδικασία είτε ελαχιστοποίησης είτε μεγιστοποίησης αναφέρεται συχνά ως βελτιστοποίηση ή Μαθηματικός Προγραμματισμός. Η διαδικασία βελτιστοποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επίλυση προβλημάτων χρησιμοποιώντας είτε τη γραφική προσέγγιση είτε τη μέθοδο Simplex ανάλογα με τις εμπλεκόμενες μεταβλητές. Συγκεκριμένα, το μοντέλο εφαρμόζεται ουσιαστικά σε όλες τις μεταποιητικές ή παραγωγικές δραστηριότητες καθώς και σε ορισμένες επιχειρήσεις που σχετίζονται με υπηρεσίες στην κατανομή σπάνιων πόρων και στον προσδιορισμό των ποσοτήτων παραγωγής, καθώς επιτρέπει σε βιομηχανίες και επιχειρήσεις να βρίσκουν βέλτιστες λύσεις σε οικονομικές και παραγωγικές αποφάσεις (Samauel et al., 2021).

Αν και, το μοντέλο γραμμικού προγραμματισμού είναι εφαρμόσιμο στην κατασκευή ή την παραγωγή, καθώς και σε ορισμένες δραστηριότητες που σχετίζονται με υπηρεσίες σε όλο τον κόσμο, ιδίως, οι Nakhanu et al. (2015) εντόπισαν την πρώτη εφαρμογή του στον εικοστό αιώνα (1930), όταν ο Leonid Kantorovich (ένας Σοβιετικός μαθηματικός) και ο Wasily Leontief (Αμερικανός οικονομολόγος) το χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά στα προγράμματα παραγωγής και στα οικονομικά. Ο Kantorovich, ανέπτυξε το μοντέλο στον προγραμματισμό των δαπανών και των αποδόσεων, με σκοπό τη μείωση του κόστους του στρατού (ΕΣΣΔ) κατά τη διάρκεια του Β' Παγκοσμίου Πολέμου. Ομοίως, ο Dantzig μεταξύ 1946 και 1967 ανέπτυξε την προσέγγιση Simplex που χρησιμοποιήθηκε για τη βέλτιστη κατανομή των πόρων. Η προσέγγιση που αναπτύχθηκε από τον Dantzig

χρησιμοποιήθηκε από την Πολεμική Αεροπορία των ΗΠΑ το 1947 σε προβλήματα σχεδιασμού. Αν και ο Γραμμικός Προγραμματισμός αναπτύχθηκε στις αρχές του εικοστού αιώνα, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ευρέως στους σημερινούς επιχειρηματικούς οργανισμούς για την επίλυση πολλών θεμάτων που σχετίζονται με την κατανομή πόρων (Samauel et al., 2021).

Συγκεκριμένα, ο Dwivedi (2008) υποστήριξε ότι ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι πολύ χρήσιμος στη λήψη επιχειρηματικών αποφάσεων, καθώς βοηθά τις εταιρείες να αξιολογούν περίπλοκες οικονομικές σχέσεις, γεγονός που παρέχει περαιτέρω μια βέλτιστη λύση στο πρόβλημα της κατανομής των πόρων. Συγκεκριμένα, η διοίκηση λαμβάνει αποφάσεις σχετικά με αφηρημένες οικονομικές θεωρίες με πρακτικούς όρους χρησιμοποιώντας τεχνικές Γραμμικού Προγραμματισμού και έτσι, όπως σημειώνει ο Dwivedi (2008), συνδέει το χάσμα μεταξύ των αφηρημένων οικονομικών θεωριών και των αποφάσεων που λαμβάνονται από τη διοίκηση. Οι Hillier & Lieberman, όπως αναφέρονται στο Osagie & Icheme (2018), θεώρησαν ως πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού οποιοδήποτε πρόβλημα του οποίου το μαθηματικό μοντέλο ταιριάζει στην πολύ γενική μορφή με το μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού (Samauel et al., 2021).

Τα προβλήματα θα μπορούσαν να είναι σε μορφή βελτιστοποίησης καθώς και προγραμματισμού. Τα προβλήματα βελτιστοποίησης είναι προβλήματα στα οποία ο στόχος είναι η μεγιστοποίηση ή η ελαχιστοποίηση μιας δεδομένης ποσότητας, που συχνά αναφέρεται ως η αντικειμενική συνάρτηση που βασίζεται σε περιορισμένο αριθμό μεταβλητών εισόδου. Οι μεταβλητές εισόδου μπορεί να είναι ανεξάρτητες ή να σχετίζονται μέσω ενός ή περισσότερων περιορισμών. Από την άλλη πλευρά, το πρόβλημα προγραμματισμού είναι ένα πρόβλημα που στόχος του είναι να προσδιορίσει τη βέλτιστη κατανομή πεπερασμένων πόρων για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων. Ωστόσο, η αντικειμενική συνάρτηση και οι περιορισμοί ενός μοντέλου Γραμμικού Προγραμματισμού είναι οι μεταβλητές απόφασης και οι παράμετροι αντίστοιχα (Samauel et al., 2021).

Ο Mac' Odo (1997) βλέπει την αντικειμενική συνάρτηση ως μια απόφαση για το αποτέλεσμα που απαιτείται, η οποία μπορεί να περιλαμβάνει τη μεγιστοποίηση ενός επιθυμητού αποτελέσματος (συνεισφορά, χρησιμότητα, έσοδα μόνο για να αναφέρουμε αλλά λίγα) ή την ελαχιστοποίηση των αρνητικών αποτελεσμάτων (κόστος, χρόνος, απόσταση κ.λπ.). Η αντικειμενική συνάρτηση θα μπορούσε να δηλωθεί ως εξής: Βελτιστοποίηση $F = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$. Η συνάρτηση αποτελείται από

συντελεστές και τις μεταβλητές απόφασης. Εξετάζοντας περαιτέρω, οι παράμετροι $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ είναι οι συντελεστές αντικειμενικής συνάρτησης ενώ οι μεταβλητές $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ είναι οι μεταβλητές απόφασης. Αντίθετα, οι περιορισμοί θεωρούνται περιορισμοί που επηρεάζουν ή διέπουν την υλοποίηση των δηλωμένων στόχων. Όπως υποστήριξε ο Mac'Osdo (1997), οι περιορισμοί είναι σε διπλό σκέλος που θα μπορούσαν να είναι είτε λειτουργικοί είτε δομικοί (δηλαδή δήλωση ανισότητας ή απαιτήσεις εισροών εντός των ορίων των διαθέσιμων πόρων καθώς και των υποχρεώσεων) και ο μη αρνητικός ή ποσοτικός περιορισμός (Samauel et al., 2021).

2.2.2 Μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού

Αν και ο Γραμμικός Προγραμματισμός εφαρμόζεται σημαντικά στην επίλυση προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί όσον αφορά τις ποσότητες πόρων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν ή να παραχθούν και συχνά υποστηρίζει τη διαχειριστική απόφαση, το μοντέλο δεν είναι εφαρμόσιμο σε όλες τις συνθήκες. Ωστόσο, όπως υποστηρίζει ο Mac'Osdo (1997), πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις πριν από την εφαρμογή του μοντέλου ΓΠ στην επίλυση προβλημάτων. Αυτές οι προϋποθέσεις είναι:

1. Το πρόβλημα πρέπει να μπορεί να δηλωθεί με αριθμητικούς όρους.
2. Όλοι οι παράγοντες που εμπλέκονται στο πρόβλημα πρέπει να έχουν γραμμική σχέση.
3. Το πρόβλημα πρέπει να επιτρέπει την επιλογή ή τις επιλογές μεταξύ εναλλακτικών τρόπων δράσης.
4. Πρέπει να υπάρχουν ένας ή περισσότεροι περιορισμοί στους εμπλεκόμενους παράγοντες (περιορισμοί σε πόρους ή χαρακτηριστικά) (Samauel et al., 2021).

Όπως αναφέρθηκε από τον Martinich (1997), ο Γραμμικός Προγραμματισμός κάνει ορισμένες παραδοχές: Αναλογικότητα, Αθροιστικότητα, Διαιρετότητα και Προσδιοριστικότητα. Επιπλέον, υπάρχουν οι παραδοχές της βελτιστοποίησης και της μη αρνητικότητας. Πιο συγκεκριμένα:

- I. Η υπόθεση της Αναλογικότητας συνεπάγεται ότι η συνεισφορά μεμονωμένων μεταβλητών στην αντικειμενική συνάρτηση είναι ανάλογη με την τιμή τους. Με άλλα λόγια, εάν η τιμή μιας μεταβλητής διπλασιαστεί, η συνεισφορά αυτής της μεταβλητής στην αντικειμενική συνάρτηση και σε κάθε περιορισμό στον οποίο εμφανίζεται η

μεταβλητή, διπλασιάζεται. Η συνεισφορά ανά μονάδα της μεταβλητής είναι σταθερή, επομένως, ικανοποιεί την υπόθεση της αναλογικότητας.

II. Η υπόθεση της Αθροιστικότητας συνεπάγεται ότι η συνολική τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης και κάθε συνάρτησης περιορισμού προκύπτει αθροίζοντας τις επιμέρους συνεισφορές από κάθε μεταβλητή.

III. Διαιρετότητα σημαίνει ότι οι μεταβλητές απόφασης μπορούν να λάβουν οποιοσδήποτε πραγματικές αριθμητικές τιμές εντός ενός καθορισμένου εύρους. Με άλλα λόγια, οι μεταβλητές δεν περιορίζονται σε ακέραια τιμή, μπορούν να διαμορφωθούν ώστε να λαμβάνουν οποιαδήποτε πραγματική αριθμητική τιμή εντός των ορίων των καθορισμένων περιορισμών.

IV. Η υπόθεση της Βεβαιότητας συνεπάγεται ότι οι τιμές των παραμέτρων στο μοντέλο είναι γνωστές με βεβαιότητα. Με άλλα λόγια, η βέλτιστη λύση που επιτυγχάνεται είναι ιδανική για το συγκεκριμένο πρόβλημα που διατυπώνεται. Εάν οι τιμές των παραμέτρων είναι λανθασμένες, η λύση που προκύπτει αποκτά μικρή σημασία.

V. Μη αρνητικότητα σημαίνει ότι όλες οι μεταβλητές απόφασης πρέπει να λαμβάνουν τιμές ίσες ή μεγαλύτερες από το μηδέν. Με άλλα λόγια, στον γραμμικό προγραμματισμό οι αρνητικές τιμές των φυσικών μεγεθών είναι μια αδύνατη κατάσταση (Samauel et al., 2021).

Συγκεκριμένα, ο Martinich (1997) δηλώνει ότι πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στις παραδοχές της Αναλογικότητας και της Διαιρετότητας, επειδή είναι πολύ πιθανό να παραβιάζονται από τους χρήστες των μοντέλων ΓΠ. Επίσης, όπως δήλωσε ο Martinich, σε ένα πρόβλημα που απαιτεί ακέραιες λύσεις, οι μεταβλητές πρέπει να μοντελοποιούνται ρητά. Γενικά, υπάρχουν δύο κύριες προσεγγίσεις ή μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την επίλυση προβλημάτων στον Γραμμικό Προγραμματισμό. Αυτές περιλαμβάνουν τη γραφική μέθοδο επίλυσης και την μέθοδο Simplex.

Γραφική μέθοδος

Η γραφική μέθοδος ή προσέγγιση εφαρμόζεται συχνά στην οπτικοποίηση βασικών εννοιών που χρησιμοποιούνται στο πρόβλημα του Γραμμικού Προγραμματισμού. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται συχνά όταν υπάρχουν μόνο δύο μεταβλητές απόφασης στο πρόβλημα ΓΠ, αν και όπως υποστηρίζουν οι Kannan et al. (2004), μπορεί επίσης να

εφαρμοστεί στην επίλυση προβλημάτων ΓΠ που περιλαμβάνουν τρεις μεταβλητές απόφασης, αλλά γίνεται αυστηρή όταν χρησιμοποιείται χειροκίνητα. . Ωστόσο, η εφαρμογή της γραφικής προσέγγισης στο πρόβλημα που έχει δύο μεταβλητές απόφασης περιλαμβάνει τη γραφική παράσταση των περιορισμών σε ένα γράφημα και τον προσδιορισμό της περιοχής που ικανοποιεί όλους τους περιορισμούς. Οι περιοχές στο γράφημα που ικανοποιούν όλους τους περιορισμούς ονομάζονται εφικτή περιοχή (Samauel et al., 2021).

Αυτή η περιοχή είναι επίσης γνωστή ως ο χώρος εφικτής λύσης. Μετά την γραφική παράσταση των περιορισμών και τον προσδιορισμό της εφικτής περιοχής, η αντικειμενική συνάρτηση σχεδιάζεται και χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του βέλτιστου σημείου στον χώρο της εφικτής λύσης. Στη συνέχεια, το σημείο εξηγείται απευθείας από το γράφημα ή προσδιορίζεται αντικαθιστώντας όλες τις συντεταγμένες των γωνιών στις αντικειμενικές συναρτήσεις καθώς αυτές οι ενώσεις σχηματίζουν την περιοχή εφικτής λύσης του προβλήματος Γραμμικού Προγραμματισμού. Η υψηλότερη από τις τιμές στη βέλτιστη λύση, υποδηλώνει πρόβλημα μεγιστοποίησης. Αντίθετα, η μικρότερη από τις τιμές στη βέλτιστη λύση των προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού, υποδηλώνει πρόβλημα ελαχιστοποίησης. Δεδομένου ότι καθίσταται δύσκολο να λυθεί γραφικά το πρόβλημα Γραμμικού Προγραμματισμού με περισσότερες από δύο μεταβλητές, στη συνέχεια χρησιμοποιείται η μέθοδος Simplex (Samauel et al., 2021).

Μέθοδος Simplex

Η μέθοδος Simplex εφαρμόζεται κατά την επίλυση προβλημάτων Γραμμικού Προγραμματισμού με μεταβλητές απόφασης που κυμαίνονται από τρεις και πάνω. Η προσέγγιση Simplex είναι μια επαναληπτική διαδικασία που προσεγγίζει προοδευτικά και τελικά καταλήγει στην βέλτιστη λύση του γραμμικού προβλήματος. Ο Mac'Osdo (1997) το βλέπει ως βήμα-προς-βήμα αριθμητική διαδικασία επίλυσης προβλημάτων ΓΠ στην οποία επιτυγχάνεται η βέλτιστη μετάβαση σταδιακά από τη μια εφικτή λύση στην άλλη. Πιο συγκεκριμένα, τα βήματα που εμπλέκονται στη χρήση της μεθόδου Simplex περιλαμβάνουν τα εξής:

- (α) Διατύπωση του προβλήματος με τον προσδιορισμό της αντικειμενικής συνάρτησης και των περιορισμών,
- (β) Προσθήκη slacks (χαλαρών-βοηθητικών μεταβλητών) σε κάθε έναν από τους περιορισμούς,

- (γ) Κατασκευή ενός αρχικού πίνακα Simplex,
 - (δ) Προσδιορισμού της στήλης, της γραμμής και του στοιχείου-οδηγού άξονα,
 - (ε) Ανάπτυξη κύριας σειράς και ισορροπίας για νέο πίνακα,
- (στ) Επαναληπτική διαδικασία των παραπάνω βημάτων με χρήση της λειτουργίας μήτρας, διασφαλίζοντας ότι τα στοιχεία στον άξονα πάνω και κάτω από το στοιχείο περιστροφής είναι μηδενικά. Η λύση είναι βέλτιστη όταν τα στοιχεία στην τελευταία σειρά (η σειρά της αντικειμενικής συνάρτησης) είναι είτε μηδέν είτε αρνητικά (-) (Samauel et al., 2021).

2.3 Κύρια χαρακτηριστικά των προβλημάτων ΓΠ

Ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι ένα γενικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για να αποφασίσει το βέλτιστο μείγμα και την τοποθέτηση περιορισμένων πόρων που θα αποφέρει μέγιστα κέρδη ή θα εξασφαλίσει ελάχιστο κόστος. Νωρίτερα, οι Gupta & Hira (2009) υποστήριξαν ότι ο προγραμματισμός σε αυτή την περίπτωση σημαίνει σχεδιασμός, ενώ η γραμμικότητα αναφέρεται σε μια μαθηματική έκφραση που δείχνει σχέση μεταξύ ενός συνόλου συνδυασμένων μεταβλητών. Η τεχνική Γραμμικού Προγραμματισμού είναι μια μορφή ανάλυσης νεκρού σημείου που βοηθά τους διαχειριστές να γνωρίζουν πότε μπορεί να λειτουργούν με ζημία ή να έχουν υπερβολικά κέρδη ή ακόμα και πότε να σταματήσουν την παραγωγή. Ο Γραμμικός Προγραμματισμός περιλαμβάνει τη λύση γραμμικών εξισώσεων και είναι χρήσιμος όταν ο διαχειριστής χρειάζεται να διαθέσει σπάνιους πόρους σε ανταγωνιστικά έργα ή εναλλακτικές επιλογές παραγωγής. Εφαρμόζεται σε μια απόφαση ενός μόνο σταδίου που περιλαμβάνει τον καθορισμό του βέλτιστου μείγματος προϊόντων, χρονοδιαγράμματα, τοποθεσία εργοστασίου, ικανότητα παραγωγής, όπως υπογραφή προσωπικού και μηχανών σε μια εργασία, επιλογή καναλιού διανομής, επιλογή χαρτοφυλακίου ενδυμάτων, επιλογή διαφημιστικού καναλιού (Hillier & Lieberman, 2004).

Κατά τη διαδικασία απόφασης για το ποια προϊόντα θα κατασκευαστούν, ποια μηχανή ή τεχνολογία θα χρησιμοποιηθεί, πόσες ανθρωπόωρες θα χρειαστούν και τη διάρκεια παραγωγής, δημιουργείται πρόβλημα. Οι Hillier & Lieberman (2004) δηλώνουν ότι η εισαγωγή του Γραμμικού Προγραμματισμού στη λήψη διοικητικών αποφάσεων αξιολογήθηκε ως μία από τις πιο σημαντικές εξελίξεις της επιστημονικής διοίκησης στα

μέσα του 20ου αιώνα λόγω της εξαιρετικής επίδρασής της από τις αρχές του 1950. Προς υποστήριξη αυτού, το εργαλείο Γραμμικού Προγραμματισμού αξιολογείται ως το πιο επιτυχημένο εργαλείο που έχει εξοικονομήσει πολλά χρήματα για τις επιχειρήσεις σε διάφορες βιομηχανικές χώρες του κόσμου (Hillier & Lieberman, 2004).

Μία από τις κλασσικές εφαρμογές του Γραμμικού Προγραμματισμού είναι στο πρόβλημα του μίγματος παραγωγής (Taha, 2006). Επίσης, η εφαρμογή μοντέλων Γραμμικού Προγραμματισμού είναι χρήσιμη για προβλήματα προσδιορισμού ανάμειξης, προβλήματα προγραμματισμού και σχεδιασμού και προβλήματα κόστους διανομής και άλλα, όπως αποφάσεις τοποθεσίας εγκατάστασης και προβλήματα κατανομής προσωπικού. Ωστόσο, πριν εφαρμοστεί ο Γραμμικός Προγραμματισμός στην επίλυση ενός προβλήματος, ένα τέτοιο πρόβλημα πρέπει να έχει αντικειμενική συνάρτηση, συναρτήσεις περιορισμού και να υπάρχει γραμμικότητα στη σχέση μεταξύ όλων των μεταβλητών του (Bagshaw, 2019).

Οι Gupta & Hira (2009) υποστηρίζουν ότι ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για το πρόβλημα βελτιστοποίησης στην οποία οι διαχειριστές αναζητούν πώς να συνδυάσουν διάφορες δραστηριότητες και πόρους με βέλτιστο τρόπο για να εξασφαλίσουν τη μεγιστοποίηση της συνολικής απόδοσης. Σύμφωνα με αυτούς, το μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού λειτουργεί προς την επίλυση ενός προβλήματος είτε με στόχο ελαχιστοποίησης είτε μεγιστοποίησης. Επιπλέον, υποστηρίζουν ότι ο Γραμμικός Προγραμματισμός ασχολείται με τη βελτιστοποίηση ενός συνδυασμού μεταβλητών που είναι γνωστές ως αντικειμενική συνάρτηση υπό την επιφύλαξη ενός συνόλου γραμμικών εξισώσεων γνωστών ως περιορισμών. Ενώ ο στόχος είναι συνήθως με τη μορφή κέρδους, κόστους, υλικών παραγωγής, παραγωγικής ικανότητας ή οποιουδήποτε άλλου μέτρου επιτυχίας που πρέπει να επιτευχθεί αποτελεσματικά, οι περιορισμοί είναι εκείνοι που επιβάλλονται από τη διαθέσιμη ζήτηση της αγοράς, την ανθρωπόωρα, τις διαδικασίες παραγωγής, χωρητικότητα αποθήκευσης, εξοπλισμός, πρώτη ύλη (Gupta & Hira, 2009).

Η χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού για την επίλυση προβλημάτων μπορεί να γίνει είτε με ένα γράφημα είτε με μια τεχνική βελτιστοποίησης που ονομάζεται μέθοδος Simplex (Hillier & Lieberman, 2004). Για καθεμία από αυτές τις μεθόδους, ο στόχος είναι να επιτευχθεί το βέλτιστο μείγμα προϊόντων, η εργασία και η βέλτιστη χρήση των εισροών. Ωστόσο, όποια από αυτές τις μεθόδους χρησιμοποιεί ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων εξαρτάται από τον αριθμό των μεταβλητών απόφασης που εμπλέκονται στο πρόβλημα. Αυτό συμβαίνει επειδή η γραφική μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν οι μεταβλητές απόφασης δεν είναι περισσότερες από δύο για να αντιπροσωπεύουν τους

άξονες x και y στο γράφημα. Οι μεταβλητές απόφασης που αποτελούν το κύριο επίκεντρο της αντικειμενικής συνάρτησης είναι οι μονάδες προϊόντων ή το στοιχείο κόστους που απαιτούν τη χρήση των περιορισμένων πόρων, οι περιορισμένοι πόροι από την άλλη πλευρά, αποτελούν τη βάση για τους περιορισμούς που μετριάζουν οποιαδήποτε από τις μεταβλητές απόφασης (Bagshaw, 2019).

Ο Dwivedi (2008) υποστηρίζει ότι κατά τη χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού για την επίλυση προβλημάτων κατανομής, το πρόβλημα πρέπει να καθοριστεί σε τρία μέρη που είναι, ο προσδιορισμός της αντικειμενικής συνάρτησης, η διατύπωση του συστήματος των περιορισμών και η απαίτηση μη αρνητικότητας. Και πάλι, ο Dwivedi (2008) κατέληξε σε δύο βασικά σημεία της εφαρμογής Γραμμικού Προγραμματισμού για την επίλυση προβλημάτων κατανομής πόρων στον προγραμματισμό παραγωγής τα οποία είναι:

- 1) Βοηθά στη μέτρηση πολύπλευρων οικονομικών συνδυασμών και έτσι προσφέρει μια βέλτιστη λύση στο πρόβλημα της κατανομής των πόρων,
- 2) Βοηθά στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των άυλων οικονομικών θεωριών και της λήψης διοικητικών αποφάσεων.

Ο Wagner (2007) τονίζει ότι σημαντικά στοιχεία δείχνουν τη χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού στην επίλυση προβλημάτων κατανομής πόρων στον προγραμματισμό παραγωγής καθώς έχει σημαντικό αντίκτυπο στον οικονομικό στόχο μιας επιχείρησης, τονίζει ότι κατατάσσεται στην υψηλότερη θέση σε οικονομικό αντίκτυπο. Υποστηρίζεται ότι η μέθοδος Γραμμικού Προγραμματισμού για την κατανομή πόρων δείχνει μόνο το βέλτιστο σχέδιο ή λύση, αλλά δεν λέει τίποτα για την εφαρμογή του (Bagshaw, 2019).

Το μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού συνήθως δηλώνεται σε μια καθιερωμένη συνάρτηση για να βοηθήσει τη σωστή ανάλυση και να διασφαλίσει ότι κανένα σημαντικό στοιχείο δεν αγνοείται. Η συνάρτηση παρουσιάζεται σε δύο μέρη.

Η αντικειμενική συνάρτηση

Η αντικειμενική συνάρτηση είναι μια απόφαση για το αποτέλεσμα που απαιτείται, αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τη μεγιστοποίηση των επιθυμητών αποτελεσμάτων (κέρδος, χρησιμότητα, έσοδα, αποτελέσματα εργαζομένων, αποδοτικότητα μηχανής) ή ελαχιστοποίηση των δυσμενών αποτελεσμάτων (κόστος, χρονική απόσταση, βάρος, ανάλυση). Για να ληφθούν οι αντικειμενικοί συντελεστές της συνάρτησης σε ένα πρόβλημα μείγματος παραγωγής, ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων πρέπει:

- 1) Να εκτιμήσει το συνεισφέρον περιθώριο για κάθε προϊόν και,
- 2) Να υπολογίσει το απόλυτο κέρδος ανά μονάδα κάθε παραγόμενου προϊόντος. Η αντικειμενική συνάρτηση συνήθως δηλώνεται με αυτή τη μορφή:

a) Optimize $F = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$
 where, $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ are objective function coefficients and
 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ are the decision variables.

Εικόνα 1 - Αντικειμενική συνάρτηση, αντικειμενικοί συντελεστές, μεταβλητές απόφασης
 Πηγή: Bagshaw (2019)

Οι συναρτήσεις περιορισμού

Οι περιορισμοί είναι αυτοί που καθοδηγούν τις αποφάσεις ή τον στόχο. Διασφαλίζεται ότι οι εισροές αποφάσεων δεν υπερβαίνουν τους διαθέσιμους πόρους. Ωστόσο, οι περιορισμοί είναι σε δύο διαστάσεις και πιο συγκεκριμένα λειτουργικοί (δηλαδή απαιτήσεις εισροών και υποχρεώσεις εντός των ορίων των διαθέσιμων πόρων) και ποσοτικοί περιορισμοί (Bagshaw, 2019).

Οι συναρτήσεις περιορισμού συνήθως εκφράζονται ως εξής:

Subject to:

$$b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + \dots + b_{1n}x_n \leq k_1$$

$$b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 + \dots + b_{2n}x_n \leq k_2 \quad \text{Functional Constraint}$$

$$b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + b_{33}x_3 + \dots + b_{3n}x_n \leq k_3$$

⋮

$$b_{m1}x_1 + b_{m2}x_2 + b_{m3}x_3 + \dots + b_{mn}x_n \leq k_m$$

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0 \quad \text{Quantity Constraint.}$$

$b_{11}, b_{12}, \dots, b_{21}, b_{22}, \dots, b_{31}, b_{32}, \dots, b_{m1}, b_{m2}, \dots, k_1, k_2, k_3, \dots$ are input coefficients

$b_{ij}, i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n$ is the amount of resource i consumed by 1 unit of activity j .

Εικόνα 2 - Έκφραση περιορισμών αντικειμενικής συνάρτησης

Πηγή: Bagshaw (2019)

Στη γενική επίλυση προβλημάτων ΓΠ, τα προβλήματα μεγιστοποίησης έχουν συνήθως περιορισμούς του τύπου μικρότερο ή ίσο (\leq), ενώ τα προβλήματα ελαχιστοποίησης έχουν περιορισμούς του τύπου μεγαλύτερο ή ίσο (\geq). Η χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού για την επίλυση προβλημάτων μπορεί να γίνει είτε με ένα γράφημα είτε με μια τεχνική βελτιστοποίησης που ονομάζεται μέθοδος Simplex (Hillier & Lieberman, 2004). Για καθεμία από αυτές τις μεθόδους, ο στόχος είναι να επιτευχθεί το βέλτιστο μείγμα προϊόντων, η εργασία και η βέλτιστη χρήση αυτών. Ωστόσο, η μέθοδος που χρησιμοποιεί ο λήπτης απόφασης εξαρτάται από τον αριθμό των μεταβλητών απόφασης που εμπλέκονται στο πρόβλημα. Η γραφική μέθοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο όταν οι μεταβλητές απόφασης δεν είναι περισσότερες από δύο που θα αντιπροσωπεύουν τους άξονες x και y στο γράφημα. Οι μεταβλητές απόφασης που αποτελούν το κύριο επίκεντρο της αντικειμενικής συνάρτησης είναι οι μονάδες προϊόντων, η ανθρωπόωρα ή το στοιχείο κόστους που απαιτεί τη χρήση των περιορισμένων πόρων, οι περιορισμένοι πόροι από την άλλη πλευρά, αποτελούν τη βάση για τους περιορισμούς που μετριάζουν οποιονδήποτε από τους μεταβλητές απόφασης (Bagshaw, 2019).

Το γενικό μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού τόσο για τους στόχους μεγιστοποίησης όσο και για την ελαχιστοποίηση είναι όπως φαίνεται παρακάτω:

b) Maximize $P = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$

Subject to:

$$b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + \dots + b_{1n}x_n \leq k_1$$

$$b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 + \dots + b_{2n}x_n \leq k_2$$

$$b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + b_{33}x_3 + \dots + b_{3n}x_n \leq k_3$$

⋮

$$b_{m1}x_1 + b_{m2}x_2 + b_{m3}x_3 + \dots + b_{mn}x_n \leq k_m$$

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

c) Minimize $C = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \dots + a_nx_n$

Subject to:

$$b_{11}x_1 + b_{12}x_2 + b_{13}x_3 + \dots + b_{1n}x_n \geq k_1$$

$$b_{21}x_1 + b_{22}x_2 + b_{23}x_3 + \dots + b_{2n}x_n \geq k_2$$

$$b_{31}x_1 + b_{32}x_2 + b_{33}x_3 + \dots + b_{3n}x_n \geq k_3$$

⋮

$$b_{m1}x_1 + b_{m2}x_2 + b_{m3}x_3 + \dots + b_{mn}x_n \geq k_m$$

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \geq 0$$

Εικόνα 3 - Γενική μορφή μοντέλων μεγιστοποίησης και ελαχιστοποίησης

Πηγή: Bagshaw (2019)

2.4 Ποσοτική ανάλυση δεδομένων

Διάφοροι οργανισμοί τείνουν να χρησιμοποιούν διαφορετικές και εξελιγμένες μεθόδους για να αναπτύξουν τις δραστηριότητές τους και να επωφεληθούν από τις σύγχρονες τεχνολογίες (Ahyawakoro, 2009). Κάθε ίδρυμα πρέπει να λάβει ένα σύνολο αποφάσεων, και εφόσον υπάρχει απόφαση, υπάρχουν σίγουρα εναλλακτικές, που ο υπεύθυνος λήψης αποφάσεων πρέπει να επιλέξει μεταξύ τους τις καλύτερες. Για να συμβεί αυτό, είναι αναγκαίο κάθε ίδρυμα να επεξεργάζεται πληροφορίες οι οποίες να είναι διαθέσιμες σε συνεχή βάση, να υπάρχουν προσχεδιασμοί για εργασία και διαθέσιμα προγράμματα έτσι ώστε να καταλήξουμε σε αυτό που ονομάζουμε απόφαση-κατασκευή. (Rabab'h et al., 2019).

Η διαδικασία λήψης αποφάσεων είναι δύσκολη και περίπλοκη, αλλά είναι απαραίτητο να υπάρχει απόφαση. Πολλά διαφορετικά μέσα έχουν αναπτυχθεί για να διευκολύνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων στην πράξη, σε προσωπικές αποφάσεις και αποφάσεις που σχετίζονται με κυβερνήσεις και θεσμούς. Οι καλές και κατάλληλες αποφάσεις είναι πάντα ευπρόσδεκτες και επαινούμενες. Η λήψη αποφάσεων επηρεάζει κυβερνήσεις, θεσμούς και άτομα (Rabab'h et al., 2019).

Η λήψη αποφάσεων είναι μια από τις πιο σημαντικές διαδικασίες σε διαφορετικούς οργανισμούς όπου οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων επιλέγουν μεταξύ εναλλακτικών και εργάζονται για να λάβουν τις σωστές αποφάσεις που επιτυγχάνουν τους στόχους του ιδρύματος (Prasad, 2004). Οι αποφάσεις μπορούν να βασίζονται σε ποσοτικές τεχνικές. Υπάρχουν ορισμένες καταστάσεις που απαιτούν την υποβολή ποσοτικών στοιχείων προκειμένου να είναι υποστηρικτικά στην κρίση και στη λήψη κατάλληλων αποφάσεων. Πολλές από τις αποφάσεις που πρέπει να ληφθούν στους οργανισμούς απαιτούν πολλές συγκεκριμένες συνθήκες και να επιλέξουν μεταξύ των εναλλακτικών και να είναι σε θέση να λάβουν τις κατάλληλες αποφάσεις, εξ ου και οι ποσοτικές μέθοδοι (Orga & Ogbu, 2012). Οι ποσοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται σε διαφορετικούς οργανισμούς, είτε σε κυβερνητικό, δημόσιο τομέα είτε ιδιωτικό τομέα, για να βοηθήσουν στη λήψη κατάλληλων και έγκαιρων αποφάσεων. Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να έχουν γνώση των ποσοτικών μεθόδων στη λήψη αποφάσεων (Idemobi, 2012).

Οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί έχουν γίνει πιο περίπλοκοι, οι ανταγωνιστές έχουν αυξηθεί, οι υπηρεσίες και τα προϊόντα έχουν διαφοροποιηθεί και οι εθελοντές έχουν αλλάξει. Οι επιχειρήσεις πρέπει να διοικούνται αποτελεσματικά, ώστε να μπορούν να επιτύχουν τους επιθυμητούς στόχους. Ως αποτέλεσμα, οι κατάλληλες και σωστές

αποφάσεις είναι πιο σημαντικές από ό,τι σε προηγούμενες φορές (Murdock, 2014). Επιπλέον, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων έχουν μεγάλες δυνατότητες πρόσβασης σε δεδομένα. Ωστόσο, πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν τα δεδομένα αυτά σε πληροφορίες για να επωφεληθούν. Αυτός είναι ένας από τους λόγους για τους οποίους οι ποσοτικές μέθοδοι παρουσιάζουν ενδιαφέρον (Murdock, 2014).

Οι ποσοτικές μέθοδοι βοηθούν στην εξεύρεση λύσεων για τη λήψη αποφάσεων και τη διαχείριση κρίσεων. Τα πιο σημαντικά ποσοτικά εργαλεία είναι: οι δείκτες, η επιχειρησιακή έρευνα, ο Γραμμικός Προγραμματισμός, η αναπαράσταση ρόλων και τα αποτελέσματα (Waters, 2011). Εκτός από τα παραπάνω, οι έννοιες των ποσοτικών μεθόδων και ο ρόλος τους στη λήψη αποφάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να βοηθήσουν τα ιδρύματα και τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και να τους επιτρέψουν να λάβουν τις σωστές αποφάσεις (Rabab'h et al., 2019).

Οι ποσοτικές μέθοδοι ορίζονται ως οι στατιστικές τεχνικές που οδηγούν σε μια αριθμητική ανάλυση των μεταβλητών που επηρεάζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και την αξιολόγηση διαφορετικών και εναλλακτικών λύσεων, οδηγώντας στην υιοθέτηση κατάλληλων αποφάσεων που επιτυγχάνουν τους στόχους των οργανισμών. Είναι μια επιστημονική προσέγγιση στη λήψη διοικητικών αποφάσεων όπου τα ακατέργαστα δεδομένα υποβάλλονται σε επεξεργασία για να ληφθούν πολύτιμες πληροφορίες (Render, stair, Jr & Hanaa, 2008).

Οι ποσοτικές μέθοδοι περιλαμβάνουν τη μετατροπή της ποιοτικής περιγραφής της διαδικασίας λήψης αποφάσεων σε ποσοτική μορφή, τον εντοπισμό μεταβλητών και την ανάπτυξη εναλλακτικών επιλογών και λύσεων που οδηγούν σε κατάλληλες αποφάσεις. Περιλαμβάνουν τόσο στατιστικές όσο και προγραμματικές μεθόδους που βοηθούν στη λήψη διοικητικών αποφάσεων. Εμπεριέχουν τη χρήση συμβόλων, αριθμών και μαθηματικών εκφράσεων για να είναι σε θέση να αναπαραστήσουν ποσοτικά προβλήματα και να μπορούν να δώσουν κατάλληλες και εναλλακτικές λύσεις που οδηγούν σε κατάλληλες αποφάσεις που επιτυγχάνουν τους στόχους των ιδρυμάτων. Επικεντρώνονται στη χρήση παρατήρησης και επιστημονικών μεθόδων για τη λήψη αποφάσεων. Οι ποσοτικές μέθοδοι είναι απαραίτητες για την παροχή λύσεων και δυνατοτήτων που υποστηρίζουν την υιοθέτηση κατάλληλων αποφάσεων (Anderson et al., 2003).

Οι ποσοτικές τεχνικές επιτρέπουν τη συστηματική και επιστημονική μελέτη σε κάθε διαδικασία λήψης αποφάσεων καθώς αναλύουν τους παράγοντες και τις μεταβλητές που αντικατοπτρίζουν πλήρως την κατάσταση και βελτιώνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Επίσης, καθορίζουν πολλές διαφορετικές εναλλακτικές για να επιτρέψουν στους λήπτες αποφάσεων να επιλέξουν την κατάλληλη απόφαση (Reddy, 2010). Η σωστή εφαρμογή και χρήση ποσοτικών μεθόδων οδηγεί στη βέλτιστη χρήση των πόρων και μειώνει τη σπατάλη των διαθέσιμων πόρων (Song, 2008). Η σχέση μεταξύ της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων και αυτής της λήψης αποφάσεων συνοψίζεται στα εξής (Ying-yu & De-jian, 2011):

- Η επίλυση προβλημάτων είναι ένα σύνολο δραστηριοτήτων που έχουν σχεδιαστεί για τη συστηματική ανάλυση μιας κατάστασης, τη δημιουργία, την εφαρμογή και την αξιολόγηση λύσεων.
- Η λήψη αποφάσεων είναι ένας μηχανισμός λήψης επιλογών σε κάθε βήμα της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων.

Η λήψη αποφάσεων είναι μέρος της επίλυσης του προβλήματος και λαμβάνει χώρα σε κάθε βήμα της λύσης του προβλήματος.

Τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά των ποσοτικών μεθόδων είναι (Marwaha, 2017):

- Προσοχή στα προβλήματα ή στο σύστημα συνολικά, καθώς η δραστηριότητα σε οποιοδήποτε μέρος του οργανισμού έχει αντίκτυπο στις δραστηριότητες των υπόλοιπων τμημάτων. Οποιαδήποτε απόφαση σε ένα μέρος πρέπει να προσδιορίζει όλες τις πιθανές αλληλεπιδράσεις αυτού του τμήματος και να καθορίζει τις επιπτώσεις της στον οργανισμό ως σύνολο.
- Εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων στην επίλυση προβλημάτων.
- Η χρήση του υπολογιστή στην επίλυση πολύπλοκων μαθηματικών μοντέλων.
- Παροχή ποσοτικών πληροφοριών στη διοίκηση για να κάνει λήψη των κατάλληλων αποφάσεων.

2.5 Πλεονεκτήματα χρήσης μεθόδων Γραμμικού Προγραμματισμού

2.5.1 Χρήση ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων

Η λήψη αποφάσεων είναι η βάση της διοικητικής διαδικασίας σε κάθε ίδρυμα και η επίλυση είναι μια λύση που επιλέγεται μεταξύ πολλών λύσεων (Render, stair, Jr και

Hanaa, 2008). Τα βήματα της Ποσοτικής Μεθοδολογίας για την Επίλυση Προβλημάτων και τη Λήψη Αποφάσεων (Render, stair, Jr and Hanaa, 2008) είναι:

- Προσδιορισμός του προβλήματος
- Κατασκευή του μοντέλου
- Λήψη δεδομένων που έχουν εισαχθεί
- Ανάπτυξη λύσεων
- Δοκιμαστική λύση
- Ανάλυση των αποτελεσμάτων
- Εφαρμογή αποτελεσμάτων

Μοντέλα ποσοτικών μεθόδων

Οι ποσοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται ως μαθηματική εισροή που βοηθά τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να λαμβάνουν αποτελεσματικές αποφάσεις με ποικίλα μέσα, τα πιο σημαντικά από τα οποία είναι τα ακόλουθα (Render, stair, Jr και Hanaa, 2008):

- Θεωρία πιθανοτήτων
- Μοντέλα παλινδρόμησης
- Θεωρία Ανάλυσης Απόφασης
- Μοντέλα Πρόβλεψης
- Γραμμικός προγραμματισμός
- Μη γραμμικός προγραμματισμός
- Μοντέλα Προσομοίωσης
- Μοντέλα Δικτύων

Η σημασία των ποσοτικών μεθόδων

Σύνοψη της σημασίας των ποσοτικών μεθόδων (Eraydin, 2011):

- Ένα εργαλείο ποσοτικής λήψης αποφάσεων με χρήση σύγχρονων επιστημονικών μεθόδων,
- Οι ποσοτικές μέθοδοι επιστημονικών μεθόδων βοηθούν στη λήψη αποφάσεων με πιο ακριβή τρόπο από την τυχαιοποίηση που προκύπτει από δοκιμή και λάθος,
- Αυτή η επιστήμη επιδιώκει να αναζητήσει νέους κανόνες και θεμέλια για διοικητική εργασία, προκειμένου να φτάσει στα καλύτερα επίπεδα από άποψη συνολικής ποιότητας,
- Βοηθά στην αντιμετώπιση σύνθετων προβλημάτων ανάλυσης και επίλυσης, τα οποία είναι δύσκολο να αντιμετωπιστούν στην κανονική εικόνα,
- Βοηθά στην εξοικονόμηση του κόστους επίλυσης διαφόρων προβλημάτων μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για την επίλυση.

Η χρήση ποσοτικών μεθόδων στη λήψη αποφάσεων που σχετίζονται με την επίλυση των προβλημάτων που υπάρχουν στην εργασία και τους θεσμούς καθώς είναι αποτελεσματικές για την επίλυση διοικητικών προβλημάτων, οι ποσοτικές μέθοδοι είναι σημαντικές στη λήψη αποφάσεων, ο λόγος στο ότι προσφέρουν:

- Καλό έλεγχο:

Χρησιμοποιώντας ποσοτικές τεχνικές, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων μπορούν να κινηθούν προς σημαντικούς παράγοντες για τη λήψη ορθών αποφάσεων που ανταποκρίνονται στους στόχους του οργανισμού.

- Καλύτερο συντονισμό:

Οι ποσοτικές τεχνικές είναι πιο χρήσιμες για τη διατήρηση της θέσης του οργανισμού.

- Καλύτερο σύστημα:

Οι ποσοτικές τεχνικές επικεντρώνονται στη χρήση σύγχρονων μεθόδων επίλυσης προβλημάτων και λήψης αποφάσεων, η οποία αναλύει δεδομένα και δημιουργεί αποθετήρια δεδομένων, γεγονός που οδηγεί στην ανάπτυξη θεσμών και στη βελτίωση της λήψης αποφάσεων προς όφελος του οργανισμού.

- Καλύτερες αποφάσεις:

Οι ποσοτικές τεχνικές λειτουργούν για τη λήψη των σωστών αποφάσεων έγκαιρα, οδηγώντας στην ανάπτυξη του ιδρύματος και στην επίτευξη των στόχων του (Rabab'h et al., 2019).

2.5.2 Χρήση ως εργαλείο διοικητικών αποφάσεων

Οι ποσοτικές μέθοδοι έχουν αποδείξει τη σημασία τους για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με διοικητικές αποφάσεις που αφορούν στις βιομηχανικές διαδικασίες και στις επιχειρήσεις, και η σημασία των αποφάσεων που λαμβάνονται σύμφωνα με ποσοτικές μεθόδους αποδίδεται στους ακόλουθους λόγους (Goczek, 2010):

- Διευκόλυνση στη λήψη αποφάσεων:

Οι ποσοτικές μέθοδοι διευκολύνουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων και υποστηρίζουν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να λαμβάνουν τις κατάλληλες αποφάσεις. Η τεχνολογία δέντρου λήψης αποφάσεων εστιάζει στη συστηματική ανάλυση του προβλήματος. Αυτές οι τεχνικές λειτουργούν για τη λήψη αποφάσεων με σωστούς τρόπους και σε διαφορετικές περιστάσεις και υποστηρίζουν την κατάλληλη και έγκαιρη λήψη αποφάσεων. Υπάρχουν πολλά προβλήματα που απαιτούν κατάλληλες αποφάσεις, όπως οι πωλήσεις και η παροχή υπηρεσιών, όπου αυτά τα προβλήματα μπορούν να αντιμετωπιστούν με τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων χρησιμοποιώντας ποσοτικές μεθόδους.

- Επιστημονική ανάλυση:

Παρέχουν μια ενδελεχή ανάλυση των αιτιών και των αποτελεσμάτων και αξιολογούν τους κινδύνους που υπάρχουν στην επιχείρηση. Αυτό γίνεται μέσα από μια αντικειμενική και αναλυτική προσέγγιση. Οι ποσοτικές τεχνικές υποστηρίζουν τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων μέσω της χρήσης λογικής σκέψης.

- Προσδιορισμός πόρων:

Οι ποσοτικές τεχνικές είναι χρήσιμες για τη βέλτιστη χρήση των πόρων της επιχείρησης.

- Αύξηση κερδών:

Οι ποσοτικές μέθοδοι έχουν μεγάλη σημασία για την προετοιμασία εναλλακτικών λύσεων που υποστηρίζουν την επίτευξη των στόχων και το κέρδος με τον εντοπισμό των απαιτούμενων πόρων και χρόνου και διαφορετικών μεθόδων που οδηγούν στην υιοθέτηση των κατάλληλων αποφάσεων.

- Μείωση κόστους:

Οι ποσοτικές μέθοδοι λειτουργούν για τη μείωση του κόστους.

- Πρόβλεψη:

Για την υποστήριξη του σχεδιασμού χρησιμοποιούνται ποσοτικές μέθοδοι για την πρόβλεψη της ζήτησης (Rabab'h et al., 2019).

Υπάρχουν πολλές χρήσεις ποσοτικών μεθόδων, οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων σε επιχειρηματικές επιχειρήσεις όπου προβλήματα που σχετίζονται με τη συνήθη εργασία, ποσοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία, τη γεωργία και πολλούς άλλους τομείς (Caniato et al., 2011):

- Σχεδιασμός:

Οι ποσοτικές τεχνικές εφαρμόζονται στη διαδικασία σχεδιασμού όπου χρησιμοποιούνται για την κατασκευή εργοστασίων, τον εντοπισμό και την κλίμακα του εργοστασίου και την ανάπτυξη υπηρεσιών και προϊόντων.

- Αγορές:

Οι ποσοτικές τεχνικές χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και την ανάπτυξη των πωλητών, την ανάπτυξη logistics και την ανάπτυξη πωλήσεων.

- Βιομηχανοποίηση:

Οι ποσοτικές μέθοδοι περιέχουν πολλές ερωτήσεις, για παράδειγμα πώς να παρακολουθούμε την ποιότητα, ή ποια θα πρέπει να είναι τα σχέδια παραγωγής.

- Μάρκετινγκ:

Οι ποσοτικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίλυση πολλών προβλημάτων μάρκετινγκ όπως ο ανταγωνισμός τιμών, οι πωλήσεις και τα προβλήματα προγραμματισμού.

- Διαχείριση των ανθρώπινων πόρων:

Η λήψη αποφάσεων σχετικά με τη διαδικασία σχεδιασμού υποστηρίζεται από ποσοτικές μεθόδους, όπου αναπτύσσονται πολλοί παράγοντες ενδιαφέροντος όπως η δομή των μισθών, η αξιολόγηση της εργασίας και η αξιολόγηση ικανοτήτων.

- Έρευνα και ανάπτυξη:

Η χρήση ποσοτικών τεχνικών είναι χρήσιμη σε διαδικασίες που σχετίζονται με την έρευνα, για παράδειγμα έρευνα για τη δημιουργία νέων προϊόντων και υπηρεσιών και για το άνοιγμα νέων αγορών (Rabab'h et al., 2019).

Ταξινόμηση ποσοτικών τεχνικών

Οι ποσοτικές τεχνικές ορίζονται ως ένα σύνολο μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση και τη διαμόρφωση προβλημάτων που πρέπει να αποφασιστούν και ταξινομούνται ως εξής:

- Μαθηματικές τεχνικές:

Οι ποσοτικές τεχνικές χρησιμοποιούν μαθηματικά, διαφοροποίηση, ολοκλήρωση και αριθμητικά δεδομένα, και περιλαμβάνουν επίσης τη χρήση μεταθέσεων, θεωρημάτων και πινάκων.

- Στατιστικές τεχνικές:

Οι στατιστικές τεχνικές είναι τεχνικές που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή μιας στατιστικής έρευνας σε σχέση με ένα συγκεκριμένο φαινόμενο, συμπεριλαμβανομένων όλων των στατιστικών μεθόδων που ξεκινούν από τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων μέχρι και την ερμηνεία τους. Σημαντικές στατιστικές τεχνικές περιλαμβάνουν την ανάλυση αναλογιών, την ταξινόμηση, τη συλλογή δεδομένων, την πιθανότητα, την παλινδρόμηση και τη συσχέτιση.

- Τεχνικές προγραμματισμού:

Οι τεχνολογίες λογισμικού επικεντρώνονται στην κατασκευή μοντέλων και οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων τα χρησιμοποιούν και τα εφαρμόζουν στην επιχείρηση για να λάβουν κατάλληλες αποφάσεις, όπου χρησιμοποιείται ένα μοντέλο του προβλήματος και εφαρμόζεται σε αυτό για να ληφθεί η κατάλληλη απόφαση και οι τεχνικές λογισμικού που χρησιμοποιούνται γραμμικός προγραμματισμός, προσομοίωση και προγραμματισμός δικτύου (Rabab'h et al., 2019).

3 Χαρακτηριστικές Περιπτώσεις χρήσης Γραμμικού Προγραμματισμού και αποτελέσματα

Ο Masregee (2006) διεξήγαγε μια μελέτη με τίτλο "Μέθοδοι ερευνητικών εργασιών και οι εφαρμογές τους στη λήψη αποφάσεων και στην επίλυση προβλημάτων σε βιομηχανικά ιδρύματα ή υπηρεσίες στην Αραβική Δημοκρατία της Συρίας". Η μελέτη περιλάμβανε ένα δείγμα (21) ιδρυμάτων δημόσιων και ιδιωτικών ιδρυμάτων που εργάζονται στους τομείς της βιομηχανίας και των υπηρεσιών. Η μελέτη διαπίστωσε ότι το 90,8% (19 από τα 21) των ιδρυμάτων που συμμετείχαν στην έρευνα εφάρμοσαν μία από τις μεθόδους της επιχειρησιακής έρευνας για να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων. Οι πιο σημαντικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι: στατιστική ανάλυση, χρηματοοικονομική μοντέλα, ανάλυση εσόδων και κόστους. Η εφαρμογή μεθόδων επιχειρησιακής έρευνας περιορίζεται σε συγκεκριμένους τομείς, κυρίως σε προγραμματισμό έργων, λογιστικές διαδικασίες και κατανομή πόρων. Τα κύρια εμπόδια στη χρήση και εφαρμογή μεθόδων ερευνητικών εργασιών στα συριακά ιδρύματα είναι έλλειψη υπολογιστή, η διαθεσιμότητα ειδικών και το γεγονός ότι οι κύριες αποφάσεις λαμβάνονται από τους ανώτερους κληδόνες (Rabab'h et al., 2019).

Ο Gedily (2004) έκανε μελέτη με τίτλο: "Η πραγματικότητα της χρήσης ποσοτικών μεθόδων στην ανάλυση προβλημάτων και λήψη αποφάσεων - μια επιτόπια μελέτη του κυβερνητικού τομέα στη Λωρίδα της Γάζας". Σκοπός της μελέτης ήταν να καταδείξει τον βαθμό στον οποίο οι ποσοτικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται στην ανάλυση προβλημάτων, στη λήψη αποφάσεων στον παλαιστινιακό κυβερνητικό τομέα και στον ρόλο που μπορούν να παίξουν οι ποσοτικές μέθοδοι, ειδικά οι διαφορετικές μέθοδοι έρευνας διαδικασίας, στην ανάλυση προβλημάτων και στη λήψη αποφάσεων στον κυβερνητικό τομέα. Πιο συγκεκριμένα, 240 ερωτηματολόγια διανεμήθηκαν τυχαία στις συγκεκριμένες κατηγορίες διευθυντών, προϊσταμένων τμημάτων και άλλων που συμμετέχουν στη λήψη αποφάσεων στα διάφορα υπουργεία. Ο αριθμός των μορφών που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση ήταν (82,8%) σε θέσεις λήψης αποφάσεων, η πλειοψηφία των χρηστών ποσοτικών μεθόδων χρησιμοποίησε περιορισμένο αριθμό από αυτές τις μεθόδους

γεγονός που ίσως οφείλεται σε έλλειψη γνώσης. Σε άλλες ποσοτικές μεθόδους, η μελέτη δείχνει ότι τα σημαντικότερα εμπόδια στη χρήση ποσοτικών μεθόδων είναι: έλλειψη εξειδικευμένων προσώπων, έλλειψη ενθάρρυνσης από τους επόπτες στην εργασία, έλλειψη επαρκών κεφαλαίων και έλλειψη ακριβών στοιχείων (σε Rabab'h et al., 2019).

Η μελέτη των Al-Hindi & Al-Hamali (2003) είχε ως στόχο να προσδιορίσει την πραγματικότητα της χρήσης ποσοτικών μεθόδων στη λήψη αποφάσεων από κυβερνητικούς φορείς στο Ριάντ, προσδιορίζοντας το επίπεδο γνώσης των διευθυντών σε ποσοτικές μεθόδους και τον βαθμό στον οποίο χρειάζονται να χρησιμοποιηθούν στην εργασία τους. Ο στόχος ήταν να εντοπιστούν οι πιο σημαντικές ποσοτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στη λήψη αποφάσεων, οι πηγές γνώσης και η επιθυμία να γνωρίζουμε και να προσδιορίσουμε τις μεθόδους λήψης αποφάσεων στις κρατικές υπηρεσίες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η μελέτη να φτάσει σε έναν αριθμό αποτελεσμάτων και δεικτών που αντικατοπτρίζουν την πραγματικότητα της χρήσης ποσοτικών μεθόδων από τον διευθυντή. Το δείγμα της μελέτης έχει μέτρια γνώση των ποσοτικών μεθόδων και η πλειονότητα χρησιμοποιεί στατιστικές αναλύσεις σημαντικά στην εργασία τους, και υπάρχει μεγάλο ποσοστό του δείγματος της μελέτης που επιθυμεί να γνωρίζει και ποσοτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται στην επιχείρησή τους (Al-Hindi & Al-Hamali, 2003).

Σύμφωνα με τους Nickels et al. (2002), η καλή λήψη αποφάσεων εξαρτάται από τα κατάλληλα δεδομένα. Είναι σημαντικό οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων να έχουν την ικανότητα να συγκεντρώνουν και να αναλύουν σημαντικά δεδομένα, ώστε να μπορούν να επιλέξουν την καλύτερη απόφαση από το σύνολο των εναλλακτικών λύσεων για την επίτευξη των στόχων του οργανισμού (σε Rabab'h et al., 2019).

Επιπλέον, οι Chen & Wei (2002) διεξήγαγαν μια μελέτη με τίτλο "Εφαρμοσμένη Επιχειρησιακή Έρευνα στην Ταιβάν". Η μελέτη περιλάμβανε 2000 βιομηχανικές εγκαταστάσεις και εγκαταστάσεις υπηρεσιών. Η μελέτη διαπίστωσε ότι περίπου τα τρία τέταρτα (76,7%) των εγκαταστάσεων χρησιμοποιούσαν μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας και επιστήμης διαχείρισης και ότι η ανάλυση της απόδοσης και του κόστους, η στατιστική ανάλυση και η πρόβλεψη είναι οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι. Η διαχείριση έργου, η διαχείριση παραγωγής, οι λειτουργίες και η διαχείριση μάρκετινγκ είναι οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενοι τομείς της επιχειρησιακής έρευνας και της επιστήμης διαχείρισης. Οι δύο κύριοι λόγοι για τη μη χρήση μεθόδων επιχειρησιακής έρευνας και επιστήμης διαχείρισης είναι ότι δεν είναι απαραίτητες αλλά κυρίως άγνωστες και ότι οι πιο σημαντικοί περιορισμοί που πρέπει να χρησιμοποιηθούν είναι:

έλλειψη δεδομένων και δυσκολία εντοπισμού του προβλήματος στα μη ρεαλιστικά μοντέλα (σε Rabab'h et al., 2019).

Ο Ahmed (1998) εκπόνησε μια μελέτη με τίτλο "Η πραγματικότητα της χρήσης ποσοτικών μεθόδων στη λήψη αποφάσεων". Είναι μια επιτόπια μελέτη βιομηχανικών και υπηρεσιών στο Χασεμιτικό Βασίλειο της Ιορδανίας. Η μελέτη περιλάμβανε ένα δείγμα (150) εγκαταστάσεων από βιομηχανικές και εγκαταστάσεις με τουλάχιστον τρία οργανωτικά επίπεδα εγγεγραμμένα στο Εμπορικό και Βιομηχανικό Επιμελητήριο της Ιορδανίας, το οποίο αναμένεται να χρησιμοποιεί μεθόδους ποσοτικής ανάλυσης. Η μελέτη διαπίστωσε ότι (32,2%) των ιδρυμάτων του δείγματος της μελέτης εφάρμοσαν ποσοτικές μεθόδους για να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων με μειονέκτημα ότι αυτές οι ποσοτικές μέθοδοι δεν είναι καλά γνωστές στη συντριπτική πλειοψηφία των υπευθύνων λήψης αποφάσεων στα ιδρύματα μελέτης του δείγματος. Επίσης, οι πιο σημαντικές πηγές πρόσβασης σε αυτή τη γνώση είναι η πανεπιστημιακή μελέτη, η πρακτική και η εφαρμογή. Οι πιο σημαντικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι: στατιστική ανάλυση, μοντέλα απογραφής και Γραμμικός Προγραμματισμός. Τα κύρια εμπόδια στη χρήση ποσοτικών μεθόδων στην Ιορδανική βιομηχανία και στα ιδρύματα υπηρεσιών είναι: η έλλειψη γνώσης αυτών των μεθόδων, η έλλειψη ειδικών και τα ανεπαρκή και ακριβή δεδομένα που απαιτούνται (σε Rabab'h et al., 2019).

Οι Kao et al. (1997) έκαναν μια μελέτη με τίτλο «μια επισκόπηση της εφαρμογής της επιχειρησιακής έρευνας σε εταιρείες της Ταϊβάν». Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ανάλυση της απόφασης, η στατιστική πρόβλεψη, η λειτουργία παραγωγής, η ανάλυση δικτύου, ο Γραμμικός Προγραμματισμός και άλλα μοντέλα πιθανοτήτων είναι οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι ερευνητικών εργασιών, ακολουθούμενες από τα πληροφοριακά συστήματα. Ακόμη, διέκρινε ότι περίπου το ένα τρίτο των υπό μελέτη ιδρυμάτων δεν είχε χρησιμοποιήσει ποτέ μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας. Οι κύριοι λόγοι ήταν: η έλλειψη γνώσης της επιχειρησιακής έρευνας, η έλλειψη δεδομένων ακολουθούμενη από το κενό επικοινωνίας και η έλλειψη πόρων. Με τον τρόπο αυτό, υπογράμμισαν την σημαντικότητα της ευρύτερης χρήσης της επιχειρησιακής έρευνας στα ιδρύματα από μέλη της ανώτερης διοίκησης (σε Rabab'h et al., 2019).

Οι Ehie & Smith (1994) διεξήγαγαν μια μελέτη με τίτλο "Επιχειρησιακή Έρευνα στη Νιγηρία" η οποία περιλάμβανε 954 βιομηχανικούς οργανισμούς. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η στατιστική ανάλυση, η ανάλυση αποφάσεων, η προσομοίωση και η ανάλυση δικτύου είναι οι πιο σημαντικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται. Ο προγραμματισμός παραγωγής, η κατανομή κεφαλαίων, ο σχεδιασμός έργων και ο

σχεδιασμός εργατικού δυναμικού είναι οι τομείς όπου χρησιμοποιούνται μέθοδοι επιχειρησιακής έρευνας. Η έλλειψη εκπαιδευμένου προσωπικού, η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων προγραμμάτων ενημέρωσης και η έλλειψη επαρκών και ακριβών δεδομένων είναι τα πιο δύσκολα στη χρήση σε μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας (Ehie & Smith, 1994)

4 Ο Γραμμικός Προγραμματισμός ως εργαλείο επίλυσης προβλημάτων στον αγροτικό τομέα

Στα περισσότερα προβλήματα αγροτικού προγραμματισμού, ο ΓΠ χρησιμοποιήθηκε σε διαφορετικά θέματα, όπως η κατανομή περιορισμένων πόρων, συμπεριλαμβανομένης της έκτασης της γης, η διαθεσιμότητα νερού και εργασίας, το χορηγούμενο κεφάλαιο, κ.λπ. που στοχεύουν στη μεγιστοποίηση του καθαρού εισοδήματος. Αξιολογεί τους υπάρχοντες πόρους και στη συνέχεια δίνει κατάλληλες λύσεις με βάση την ποσοτική ανάλυση. Γενικά, υπάρχει μεγάλη ποικιλία εφαρμογών του ΓΠ στη γεωργία. Οι ακόλουθες περιγράφουν αναλυτικά τις εφαρμογές του ΓΠ (Alotaibi & Nadeem, 2021).

A. Πρόβλημα ανάμειξης ζωοτροφών

Οι ζωοτροφές είναι μία από τις σημαντικές μεταβλητές για την αξιολόγηση της αποδοτικής παραγωγής του ζωικού κεφαλαίου. Το πρόβλημα του μείγματος ζωοτροφών στοχεύει στον προσδιορισμό του περιεχομένου του, αναμειγνύοντας συγκεκριμένες αναλογίες πρώτης ύλης με διαφορετικά περιεχόμενα (Sahman et al., 2018). Οι απαιτούμενες ποιοτικές ιδιότητες και το ελάχιστο κόστος πρέπει να καθοριστούν για να επιτευχθεί το ιδανικό μείγμα ζωοτροφών. Το μοντέλο ΓΠ είναι η πιο κοινή προσέγγιση για την επίλυση του προβλήματος του μείγματος τροφοδοσίας. Γενικά, το μείγμα ζωοτροφών χρησιμοποιήθηκε για την αύξηση της ποσότητας θρεπτικών συστατικών, της αύξησης βάρους και της απόδοσης του ζωικού κεφαλαίου (Thy et al., 2020). Το μοντέλο ΓΠ διαμορφώνει μείγματα ζωοτροφών ώστε να έχουν ένα ελάχιστο κόστος για την ικανοποίηση ενεργειακών και διατροφικών αναγκών (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Η αντικειμενική λειτουργία του ΓΠ συχνά επικεντρώνεται στην ελαχιστοποίηση της συνολικής τιμής των ζωοτροφών, σύμφωνα με τα όρια των πηγών ζωοτροφών σε κάθε περιοχή ή εποχή. Πολλοί ερευνητές χρησιμοποίησαν ΓΠ για να βελτιστοποιήσουν το κόστος του μείγματος ζωοτροφών με βάση τις απαιτήσεις των ζώων (Mohammadi et al., 2017). Πρότειναν τη χρήση άλλων μεθόδων εκτός από το ΓΠ, όπως το GP (Goal Programming), το MOP (Multi-Objective Programming) ή το MGP (Multi-Goal Programming), για την επίλυση προβλημάτων μείγματος ζωοτροφών με περισσότερους από έναν στόχους που πρέπει να βελτιστοποιηθούν. Το μοντέλο Γραμμικού Προγραμματισμού Μικτού Ακεραίου (MILP - Mixed-Integer Linear Programming) είναι μια άλλη προσέγγιση που βοηθά τους αγρότες να αποφασίσουν τις πρόσθετες πρώτες ύλες που προστέθηκαν στο μείγμα και να επιτύχουν το ελάχιστο κόστος μεταξύ των διαφόρων

συστατικών του μείγματος (Şahman et al., 2018). Η χειρότερη τυπική απόκλιση μεταξύ όλων των αποτελεσμάτων αυτού του μοντέλου έφτασε το 0,294. Έτσι, αυτή η μέθοδος μπορεί να δώσει ένα σταθερό βέλτιστο αποτέλεσμα (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Η ανάμειξη διατροφικών αναγκών είναι επίσης ένας άλλος τομέας στον οποίο το μοντέλο εξαρτάται από πολλαπλά μείγματα ζωοτροφών για να επιτευχθεί ένα βέλτιστο μείγμα, λαμβάνοντας υπόψη τις διατροφικές απαιτήσεις των ζώων. Οι Thy et al. (2020) πρόσθεσαν τον οργανικό παράγοντα στο πρόβλημα του μείγματος ζωοτροφών με δύο επιπλέον περιορισμούς: τη διαθεσιμότητα οργανικών υλικών και βιολογικών τροφίμων στις ζωοτροφές. Αυτοί οι δύο περιορισμοί προστέθηκαν για να λυθεί το πρόβλημα του μείγματος τροφοδοσίας. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η ιδανική ζωοτροφή επιλέγεται για να καλύψει τις απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, την οργανική αναλογία των ζωοτροφών, να μειώσει το συνολικό κόστος και τις οργανικές πρώτες ύλες (Saxena & Khanna, 2015). Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται ένα μοντέλο για την ελαχιστοποίηση του κόστους και της περιεκτικότητας των ζωοτροφών σε νερό και την αναζήτηση τόσο των βέλτιστων τιμών τους όσο και της διάρκειας ζωής του σιτηρεσίου (Alotaibi & Nadeem, 2021).

B. Βελτιστοποίηση του Μοτίβου Καλλιεργειών

Σήμερα, λόγω του αυξανόμενου πληθυσμού, οι πόροι γης και νερού είναι περιορισμένοι. Όταν όμως παρέχονται εγκαταστάσεις άρδευσης, το πρότυπο καλλιέργειας σε οποιαδήποτε γεωργική περιοχή θα αυξηθεί. Ο ΓΠ μπορεί να βοηθήσει στον καθορισμό του βέλτιστου προτύπου καλλιέργειας και του σχεδίου παραγωγής-προγραμματισμού για καλλιέργειες τροφίμων. Αυτό το αποτέλεσμα θα μεγιστοποιήσει τα κέρδη των εταιρειών των αγροτών. Οι Bhatia & Rana (2020) χρησιμοποίησαν το εργαλείο ΓΠ για να αναπαραστήσει τη βέλτιστη τιμή των συνδυασμών καλλιεργειών με βάση τις δύο προτεινόμενες προσεγγίσεις. Η πρώτη προσέγγιση είναι η γη που χρησιμοποιείται για τον αρακά, το σιτάρι και την κτηνοτροφία (Bhatia & Rana, 2020).

Το δεύτερο είναι για μουστάρδα, γραμμάρια, σιτάρι και χοίρους. Τα αποτελέσματα έδειξαν 68 τοις εκατό στο αγρόκτημα 1, και 16,5 τοις εκατό στο αγρόκτημα 2. Αυτό σημαίνει ότι η χρήση του ΓΠ επηρεάζει τις αποδόσεις που αυξάνονται στο αγρόκτημα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η κτηνοτροφία μειώνει το κόστος παραγωγής παρέχοντας φυσικά λιπάσματα και βελτιώνοντας τη γονιμότητα του εδάφους. Οι Bhatia & Bhat (2020) χρησιμοποίησαν τη μέθοδο ΓΠ, η οποία είναι ένας τρόπος βελτιστοποίησης

της παραγωγικότητας των εκμεταλλεύσεων της γής και παροχής ενός μοντέλου για τον προσδιορισμό του κατάλληλου συνδυασμού καλλιεργειών για τη βελτιστοποίηση του οφέλους υπό σταθερό περιορισμό. Το πρόβλημα έχει ωφελήσει τον αγρότη με 15.6499 ρουπίες όταν φυτεύει μπιζέλια αντί για ένα μείγμα σιταριού, σταφυλιού και μουστάρδας (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Οι συγγραφείς Osama et al. (2017) χρησιμοποίησαν τον ΓΠ για να προσδιορίσουν το βέλτιστο μοτίβο καλλιέργειας για να δώσουν στην περιοχή έναν μέγιστο όγκο πωλήσεων. Το μοντέλο υπόκειται σε διάφορους περιορισμούς, συμπεριλαμβανομένης της παροχής νερού και της αυτάρκειας των καλλιεργειών, καθώς και περιορισμούς της έκτασης για πολλαπλές καλλιέργειες κατά τις διάφορες εποχές του έτους. Το βέλτιστο αποτέλεσμα συγκρίθηκε με το υπάρχον και προέκυψε ότι η συνολική καθαρή απόδοση μετά τη βελτιστοποίηση έφτασε τις 39.683 ενώ πριν από τη βελτιστοποίηση ήταν 37.374. Το μείγμα καλλιεργειών είναι ένα από τα προγράμματα φύτευσης που περιλαμβάνει την ταυτόχρονη καλλιέργεια περισσότερων από μία καλλιεργειών ταυτόχρονα γεγονός που αποτελεί ένα από τα βασικότερα ερωτήματα των αγροτών: ποιές και πόσες καλλιέργειες να φυτέψουν. Οι Nordin & Fatimah (2011) πρότειναν ένα μοντέλο που βασίζεται στον ΓΠ για τη μεγιστοποίηση των συνολικών εσόδων με βάση ορισμένους περιορισμούς όπως η καλλιεργούμενη γη, οι διαθέσιμοι πόροι και ο σταθερός προϋπολογισμός (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Γ. Σχέδιο αμειψισποράς

Η αμειψισπορά είναι ένα μοτίβο όπου φυτεύονται φυτά στην ίδια γη (Dury et al., 2012). Πολλοί περιορισμοί μπορούν να επηρεάσουν το σχέδιο καλλιέργειας, όπως ο καιρός και η αγορά. Αυτοί οι περιορισμοί επηρεάζουν τη φύτευση κατά τη διάρκεια των εποχών σε ένα χρόνο και στη συνέχεια επηρεάζουν την παραγωγικότητα του αγροκτήματος. Ο ΓΠ προσδιορίζει το κατάλληλο σχέδιο για τον εντοπισμό προτύπων αμειψισποράς για την επίτευξη του βέλτιστου στόχου. Επιπλέον, ο ΓΠ χρησιμοποιείται για την αύξηση του όγκου της παραγωγικότητας, των εισοδημάτων και της αποτελεσματικής χρήσης των υπάρχοντων πόρων (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Για παράδειγμα, ο Al-Nassr (2019) χρησιμοποίησε τον ΓΠ για να επιτύχει τον υψηλότερο όγκο παραγωγικότητας για το αγρόκτημα Al-Rasheed-Hamorabi στη Βαγδάτη ακολουθώντας τη σωστή υπάρχουσα κεφαλαιακή στρατηγική χρήση των διαθέσιμων πόρων, συμπεριλαμβανομένης της εφαρμογής της εναλλαγής γεωργικών προϊόντων για

τη διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους. Συνέκρινε το εισόδημα που παρήγαγε το πραγματικό αγροτικό σχέδιο με βάση τις προηγούμενες πληροφορίες που συλλέχθηκαν από το 2015 έως το 2016 και εξήγαγε το σχέδιο με τη βοήθεια του ΓΠ. Διαπίστωσε ότι τα καθαρά έσοδα ήταν 4.837.145 χιλιάδες δηνάρια στο πραγματικό σχέδιο και αυξήθηκαν σε 7.930.167,2 χιλιάδες δηνάρια. Η ανάλυση γίνεται στο ίδιο αγρόκτημα και την ίδια εποχή, και το αγρόκτημα λαμβάνει πολύ υψηλότερο εισόδημα αυξημένο κατά 3.093.023 χιλιάδες δηνάρια με λιγότερους πόρους από το πραγματικό σχέδιο. Τα καλύτερα σχέδια, λοιπόν, του έδωσαν υψηλότερα έσοδα με περιορισμένους πόρους (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ειδικά όταν η φάρμα έχει περισσότερους από έναν στόχους, ο ΓΠ δεν αρκεί από μόνος του για να αποκτήσει υψηλότερο εισόδημα, επομένως ένας συνδυασμός ΓΠ με σταθμισμένο προγραμματισμό στόχων (WGP) δίνει καλύτερα αποτελέσματα. Αρκετοί ερευνητές ανέπτυξαν ένα μοντέλο που βασίζεται σε ένα μείγμα ΓΠ με σταθμισμένο προγραμματισμό στόχων (WGP) για να δημιουργήσει υψηλότερο μέσο εισόδημα και χαμηλότερο κόστος ανά αμειψισπορά έτσι ώστε να λύσει ορισμένα προβλήματα (Dury et al., 2012). Ανέφεραν τα κύρια ζητήματα που μπορεί να χειριστεί το μοντέλο, τα οποία είναι: η στρατηγική καλλιέργειας που χρησιμοποιείται για επιπλέον πόρους όπως εργασία, μηχανήματα, λίπασμα κ.λπ., η ποσότητα καλλιέργειας και η εξοικονόμηση λιπασμάτων για αμειψισπορά. Αυτός ο συνδυασμός δοκιμάστηκε και έδωσε αξιόπιστα αποτελέσματα (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Το συμπέρασμα ήταν ότι ο συνδυασμός του ΓΠ με τον σταθμισμένο προγραμματισμό στόχων μπορεί να βελτιστοποιήσει την αμειψισπορά και να επιτρέψει την αύξηση του εισοδήματος των αγροτών. Η αμειψισπορά είναι μια ουσιαστική εφαρμογή στη γεωργία, ειδικά στη βιολογική, διότι βοηθά στη διατήρηση του εδάφους χωρίς τη χρήση χημικών λιπασμάτων ή ακόμη και φυτοφαρμάκων. Οι Forrester & Rodriguez (2018) ανέπτυξαν ένα μοντέλο χρησιμοποιώντας το MILP για να φτιάξει ένα χρονοδιάγραμμα για τετραετή αμειψισπορά με βάση ορισμένους περιορισμούς όπως το πρότυπο άρδευσης, την απόδοση των καλλιεργειών κ.λπ. έτσι ώστε να καθορίσει τη ζήτηση της αγοράς. Οι διαχειριστές των αγροκτημάτων έμειναν ικανοποιημένοι με αυτό το μοντέλο επειδή η αμειψισπορά μπορεί να ικανοποιήσει την επιχειρηματική ζήτηση και κανένας κανόνας φύτευσης δεν είχε παραβιαστεί κατά τη διάρκεια της περιόδου (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Δ. Κατανομή και Βελτιστοποίηση Γης

Η κατανομή γης είναι η κατανομή της γης μεταξύ διαφορετικών τύπων καλλιεργειών για την αύξηση του συνολικού κέρδους της επιχείρησης. Επιπλέον, δείχνει ποιο προϊόν είναι πιο ωφέλιμο από άλλα και πώς θα διατεθεί η έκταση για να αυξηθούν τα κέρδη. Ο ΓΠ χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της κατανομής της γης για τη βελτιστοποίηση διαφορετικών ειδών καλλιεργειών. Ο Sofi et al. (2015), χρησιμοποίησε μια μέθοδο Simplex για τον προσδιορισμό της κατανομής της γης για τη βελτιστοποίηση διαφορετικών ειδών καλλιεργειών, όπως Σιτάρι, Ρύζι, Όσπρια, Αραβόσιτο και άλλες καλλιέργειες. Την πρώτη περίοδο χρησιμοποιήθηκαν 2409 στρέμματα γης. Μετά από αυτό, χρησιμοποίησε τη μέθοδο Simplex για να αυξήσει τα κέρδη όταν αυξήθηκε η συνολική έκταση που κατανεμήθηκε σε 2752,56 στρέμματα. Η εργασία των Wankhade & Lunge (2012) χρησιμοποίησε το μοντέλο ΓΠ για τη βέλτιστη κατανομή των 10 κύριων καλλιεργειών της περιοχής μελέτης.

Οι απλοί αλγόριθμοι και οι αλγόριθμοι Push-Pull έδωσαν τη λύση. Συνέκριναν τα αποτελέσματα με βάση τον αριθμό των επαναλήψεων που κάνουν οι δύο αλγόριθμοι για να πάρουν τη σωστή απόφαση. Βρήκαν ότι ο δεύτερος αλγόριθμος έφτασε τις 20 επαναλήψεις προκειμένου να δώσει την σωστή λύση ενώ ο πρώτος έφτασε στις 11 επαναλήψεις. Το ποσοστό του προγράμματος διανομής γης για σημαντικές καλλιέργειες προκειμένου να αυξηθεί το όφελος της μελέτης αυτής κατέληξε ως εξής: 21,49% για το βαμβάκι, 13,47% για τα όσπρια, 5,45% για το μαύρο γραμμάριο, 14,8% για το Jowar, 18,08% για τα φασόλια σόγιας, 0,8% για τον ηλίανθο, 6,7 % για το κάρδαμο, 39,5 για το γραμμάριο, 15,97 % για το πράσινο γραμμάριο, και κανένα τοις εκατό για τη γη με σίτο. Με αυτό το σχέδιο διανομής, το συνολικό κέρδος είναι 905.217.869, και τα συνολικά έξοδα των σπόρων είναι 250.481.524 (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Οι συγγραφείς Mohammadi et al. (2017) παρείχαν μια σύγκριση της χρήσης ενός μοντέλου ΓΠ και μοντέλων Γραμμικού Προγραμματισμού Ακέραιων Αριθμών (ILP - Integer Linear Programming) για τον προσδιορισμό της κατάλληλης έκτασης για φύτευση διαφορετικών ειδών σφενδάμου, στάχτης, φτελιάς, βελανιδιάς και φαλακρού κυπαρισσιού. Η έκταση γης για φύτευση έχει προσδιοριστεί χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο LP, ενώ δύο ακέραια μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού παρέχουν κατάλληλα είδη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το σφένδαμο και το φαλακρό κυπαρίσσι ήταν μόνο δύο τύποι που διατίθενται στο εμπόριο για γεωργική παραγωγή στην περιοχή, 151,3 και 355,3 εκτάρια, αντίστοιχα. Στα περισσότερα προβλήματα προγραμματισμού της γεωργίας, υπάρχουν άγνωστες παράμετροι που δεν μπορούν να

οριστούν σωστά στους περιορισμούς. Για την επίλυση αυτού του ζητήματος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ασαφής έννοια (Alotaibi & Nadeem, 2021).

Ο Sharma (2016) χρησιμοποίησε το FGP για να προσδιορίσει την καλύτερη κατανομή καλλιεργούμενης γης. Αυτό συνέβη μέσω της προσέγγισης του προγραμματισμού στόχων οι οποίοι λόγω του μεγάλου αριθμού τους δεν μπορούν να αναπτυχθούν με την παραδοσιακή μέθοδο του Γραμμικού Προγραμματισμού, όπως το καθαρό εισόδημα και η προσφορά νερού και εργασίας. Επιπλέον, όλες αυτές οι απαιτήσεις διαμορφώνονται ως ασαφείς. Το αποτέλεσμα έδειξε ότι η φυτική παραγωγή, το καθαρό εισόδημα, η εργασία και οι απαιτήσεις νερού ικανοποιήθηκαν πλήρως με το μεγαλύτερο μέρος της ικανοποίησης των χορηγήσεων (Alotaibi & Nadeem, 2021).

5 Ο Γραμμικός Προγραμματισμός ως εργαλείο λήψης αποφάσεων στην διαχείριση ενεργειακών συστημάτων

Σήμερα, για να ικανοποιηθεί η ταχέως αυξανόμενη ενεργειακή ζήτηση τόσο των εταιρειών όσο και των κοινωνιών, είναι αναπόφευκτη η αποτελεσματική χρήση των ενεργειακών πόρων, η ύπαρξη ενεργειακών πόρων χαμηλού κόστους και η επίτευξη βιωσιμότητας. Καθώς το κόστος της ενέργειας και του εξοπλισμού έχει αυξηθεί, η αποτελεσματική διαχείριση των ενεργειακών συστημάτων έγινε σημαντικό θέμα. Η αυξανόμενη σημασία της ενεργειακής απόδοσης δεν προέρχεται μόνο από την αποτελεσματική χρήση των πόρων για τις εταιρείες και την αξία που προσθέτει στις οικονομίες σε μακροοικονομικό επίπεδο, αλλά και από την περιβαλλοντική προοπτική και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τα προβλήματα που μελετήθηκαν στη διαχείριση ενέργειας μπορούν να απαριθμηθούν ως εξής: Αύξηση ενεργειακής απόδοσης, Αποφυγή ενεργειακών απωλειών στις διαδικασίες, Επιλογή εναλλακτικών πηγών ενέργειας, Σχεδιασμός ενεργειακών έργων, Αύξηση ενεργειακής απόδοσης εταιρειών, Καθοδήγηση ενεργειακών πολιτικών και Κυβερνητικός σχεδιασμός και βελτιστοποίηση ενεργειακών συστημάτων (Polat & Gürtuna, 2018).

Στη μελέτη των Polat & Gürtuna (2018) διερευνώνται έρευνες που χρησιμοποιούν τον ΓΠ, το MILP ως εργαλείο μοντελοποίησης στη διαχείριση ενέργειας και τις εφαρμογές του. Στα μοντέλα ΓΠ, μια γραμμική αντικειμενική συνάρτηση βελτιστοποιείται ικανοποιώντας ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι μπορεί να είναι γραμμικές ισότητες ή ανισότητες. Η χρήση μοντέλων ΓΠ για την επίλυση προβλημάτων στη διαχείριση

ενέργειας είναι ένας προτιμώμενος ερευνητικός τομέας. Σύμφωνα με τον Bordin (2015), τα σημαντικότερα προβλήματα που μπορούν να μελετηθούν μέσω του ΓΠ και του MILP στον ενεργειακό τομέα σχετίζονται με την «παραγωγή ενέργειας» και την «αποστολή ενέργειας». Η βέλτιστη διαχείριση, ο προγραμματισμός και η τοποθεσία των μονάδων παραγωγής και η βέλτιστη κατανομή ενέργειας κατά μήκος βελτιστοποιημένων ενεργειακών δικτύων είναι βασικά ζητήματα (Bordin, 2015). Στον Bordin (2015), αναφέρεται ότι για την επίλυση προβλημάτων σε τομείς όπως η διανομή θερμικής ενέργειας (συστήματα τηλεθέρμανσης, συστήματα ψύξης), η παραγωγή ενέργειας, η διανομή ηλεκτρικής ενέργειας (συστήματα συνδεδεμένα στο δίκτυο, συστήματα εκτός δικτύου), ΓΠ, MILP με την ντετερμινιστική έννοια μπορεί να χρησιμοποιηθεί μαζί με τις άλλες μεθόδους βελτιστοποίησης (Polat & Gürtuna, 2018).

Οι Damyant & David (1990) ανέπτυξαν ένα μοντέλο ΓΠ για τον υπολογισμό της διαμόρφωσης χαμηλότερου κόστους του ενεργειακού συστήματος στην επαρχία του Οντάριο στον Καναδά για το έτος 2021. Τόσο οι μη ανανεώσιμες όσο και οι ανανεώσιμες πηγές θεωρήθηκαν ότι καλύπτουν τις ενεργειακές απαιτήσεις των κατοικιών, της βιομηχανίας και των μεταφορών (Damyant & David, 1990). Ο Fujii (2002) χρησιμοποίησε ένα μοντέλο ενεργειακού συστήματος ΓΠ για να διερευνήσει την πιθανή μελλοντική διαμόρφωση της ενέργειας και των υποδομών που σχετίζονται με το CO₂ στην Ασία και την Ευρασία, το οποίο ελαχιστοποιεί διαχρονικά το άθροισμα του μειωμένου συνολικού κόστους του ενεργειακού συστήματος μέχρι το έτος 2050 (Fujii, 2002). Μια διαδικασία ΓΠ χρησιμοποιήθηκε για την υποστήριξη του μοντέλου βελτιστοποίησης της ροής ενέργειας για την ανάλυση ολόκληρου του ενεργειακού συστήματος της περιοχής της Απουλίας της Ιταλίας (Cormio et al., 2003).

Οι Iniyan & Sumathy (2003) ανέπτυξαν ένα βέλτιστο μαθηματικό μοντέλο ανανεώσιμης ενέργειας με τη μέθοδο ΓΠ για την αξιολόγηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ινδία. Το μοντέλο αναπτύχθηκε με στόχο την ελαχιστοποίηση του λόγου κόστους/αποτελεσματικότητας με βάση την κοινωνική αποδοχή, την αξιοπιστία, τη ζήτηση και τους πιθανούς περιορισμούς. Το δυναμικό για βιομάζα, βιοαέριο, καυσόξυλα και αιθανόλη ποικίλλει στο μοντέλο και ελήφθησαν διαφορετικά πρότυπα διανομής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Πρότειναν ένα μοντέλο ΓΠ για τη βελτιστοποίηση της χρήσης των τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για 6 διαφορετικές τελικές χρήσεις (φωτισμός, μαγείρεμα, άντληση, θέρμανση, ψύξη και μεταφορά) σε αγροτικές περιοχές στην Ινδία (Iniyan & Sumathy, 2003).

Οι Öñüt & Soner (2006) πρότειναν ένα μοντέλο για τη μέτρηση της ενεργειακής απόδοσης. Χρησιμοποιήθηκε το DEA (Data Envelopment Analysis - Ανάλυση Περιβλήματος Δεδομένων) που είναι ένα ειδικό μοντέλο ΓΠ. Η μεθοδολογία αξιολογήθηκε σε 32 ξενοδοχεία πέντε αστέρων στην Αττάλεια της Τουρκίας. Οι ιδανικές καταναλώσεις ενέργειας (ηλεκτρική ενέργεια, νερό, καταναλώσεις υγραερίου) αξιολογήθηκαν με την προτεινόμενη μεθοδολογία (Öñüt & Soner, 2006). Οι Dicorato et al. (2008) χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο ΓΠ για τη βελτιστοποίηση της ροής ενέργειας για την αξιολόγηση της συμβολής της παραγωγής κατανεμημένης παραγωγής και των ενεργειακών ενεργειών απόδοσης. Η προτεινόμενη μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε ένα ρεαλιστικό ενεργειακό σύστημα (Dicorato et al., 2008).

Τα μοντέλα ΓΠ τύπου DEA προτάθηκαν από τους Zhou & Ang (2008) για τη μέτρηση των επιδόσεων ενεργειακής απόδοσης 21 χωρών του ΟΟΣΑ. Ένα μοντέλο MILP κατασκευάστηκε από τους Tan et al. (2010) για την αντιμετώπιση των αβεβαιοτήτων στους οριακούς περιορισμούς και τις λειτουργίες αντιρρήσεων σχετικά με τη διαχείριση απορριμμάτων σε ένα τοπικό ενεργειακό σύστημα (Tan et al., 2010). Οι Huneke et al. (2012) ανέπτυξαν ένα μοντέλο ΓΠ για τη βέλτιστη διαμόρφωση του συστήματος τροφοδοσίας ηλεκτρικής ενέργειας ακολουθώντας χαρακτηριστικούς περιορισμούς καθώς και ωριαία δεδομένα καιρού και ζήτησης. Από το μοντέλο, διαμορφώνεται ο βέλτιστος συνδυασμός ηλιακών και αιολικών γεννητριών ισχύος σε συνδυασμό με συσκευές αποθήκευσης και ένα σετ γεννητριών ντίζελ. Το μοντέλο δοκιμάστηκε σε δύο πραγματικά ενεργειακά συστήματα εκτός δικτύου: ένα σύμπλεγμα χωριών στην Ινδία και το Titumate στην Κολομβία (Huneke et al., 2012).

Οι Lopez-Pena et al. (2012) μελέτησαν ένα μοντέλο ελαχιστοποίησης κόστους για την ενεργειακή απόδοση για τη μείωση των εκπομπών CO₂ στον ενεργειακό τομέα της Ισπανίας. Χρησιμοποιήθηκε ένα μοντέλο ΓΠ και συγκρίθηκαν διάφοροι τομείς όπως οι μεταφορές και τα κτίρια σύμφωνα με τα ερευνητικά τους αποτελέσματα (Lopez-Pena et al., 2012). Ο Manfren (2012) πρότεινε μια προσέγγιση ΓΠ για δυναμική διαχείριση ενέργειας. Τα μοντέλα δυναμικής διαχείρισης ενέργειας αποτελούν μέρος αυτού του οράματος «συστημικής σκέψης» που στοχεύει στη δημιουργία ενός νέου πεδίου εφαρμογών που βρίσκεται στη διασταύρωση της πληροφορικής και της ενεργειακής τεχνολογίας (Manfren, 2012).

Οι Rizzo & Savino (2012) χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο ΓΠ για τη βέλτιστη επιλογή στα Σχέδια Δράσης για την Αειφόρο Ενέργεια. Το μοντέλο επιτρέπει να κατανεμηθούν με

Βέλτιστο τρόπο οι οικονομικοί πόροι μεταξύ διαφορετικών ενεργειών για την επίτευξη ενός δεδομένου επιπέδου μείωσης των εκπομπών CO₂, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς πόρων (Rizzo & Savino, 2012). Οι Song et al. (2012) χρησιμοποίησε ένα μοντέλο MILP για να ελαχιστοποιήσει το συνολικό κόστος των περιφερειακών ενεργειακών συστημάτων. Το μοντέλο αναπτύχθηκε για να υποστηρίξει τη βιώσιμη επεξεργασία αποβλήτων με τον μετριασμό των αερίων του θερμοκηπίου, αντιμετωπίζοντας τη δυνατότητα ανάπτυξης προς μια περιφερειακή κοινωνία χωρίς ορυκτά καύσιμα μεταξύ 2011 και 2030. Μια μελέτη περίπτωσης στη Σουηδία πραγματοποιήθηκε για να καταδείξει την εφαρμογή του αναπτυγμένου μοντέλου MILP σε πέντε διακριτά σενάρια (Song et al., 2012).

Οι Xydīs & Koroneos (2012) χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο ΓΠ για να βελτιστοποιήσουν τον τρόπο κάλυψης των ενεργειακών αναγκών της χώρας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ταυτόχρονα να καθορίσουν τον υπόλοιπο διαθέσιμο χώρο για μονάδες ανάκτησης ενέργειας από αστικά στερεά απόβλητα σε κάθε περιοχή για να συμμετάσχουν στην ενεργειακό σύστημα. Το μοντέλο μελετήθηκε για το ελληνικό ενεργειακό σύστημα σε όλες τις διαφορετικές περιοχές (Xydīs & Koroneos, 2012). Οι He et al. (2015) ανέπτυξαν μια νέα προσέγγιση για την ενεργειακή ανθεκτικότητα μιας οικονομίας χρησιμοποιώντας ένα μοντέλο MILP και οικονομική ανάλυση εισροών-εκροών. Ένας δείκτης ανθεκτικότητας στις εισαγωγές ενέργειας βελτιώθηκε με την εξέταση του μέγιστου επιπέδου μείωσης των εισαγωγών ενέργειας. Τα δεδομένα εισροών-εκροών της Κίνας χρησιμοποιήθηκαν κάτω από διαφορετικές υποθέσεις χαρτοφυλακίου παραγωγής ενέργειας για τον προσδιορισμό του δείκτη ανθεκτικότητας στις εισαγωγές ενέργειας για μια οικονομία. Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε επικεντρώθηκε στη σχέση μεταξύ των εισαγωγών ενέργειας, των τεχνολογιών βιομηχανικής παραγωγής και των δυνατοτήτων (He et al., 2015).

Στο πλαίσιο των έξυπνων ενεργειακών συστημάτων οι Babonneau et al. (2016) πρότειναν ένα πλαίσιο ΓΠ για τη μοντελοποίηση των χαρακτηριστικών του δικτύου διανομής παρουσία μεταβλητής ανανεώσιμης ενέργειας. Αυτός ο ΓΠ χρησιμοποιήθηκε βασικά ως προσέγγιση για την εκκαθάριση της αγοράς διανομής μη γραμμικής ροής φορτίου και σχετικό με τα περιφερειακά ολοκληρωμένα ενεργειακά μοντέλα. Μια μελέτη περίπτωσης από την Ευρώπη παρασχέθηκε επίσης. Όπως αναφέρθηκε από τους Bordin et al. (2016), στη δημοφιλή περιοχή των συστημάτων ισχύος εκτός δικτύου, το κόστος της ολοκλήρωσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, είναι ένα σημαντικό στοιχείο. Οι Bordin et al. (2016), καθορίζοντας το κόστος υποβάθμισης της μπαταρίας,

χρησιμοποίησαν μοντέλα LP για να συμπεριλάβει αυτές τις διαδικασίες στα μοντέλα βελτιστοποίησης (Bordin et al., 2016).

Οι Umetani et al. (2016) πρότειναν ένα ευρετικό πρόβλημα με βάση το ΓΠ στον έξυπνο προγραμματισμό φόρτισης και εκφόρτισης των ηλεκτρικών οχημάτων με έμφαση στην ισχύ από όχημα σε δίκτυο (Umetani et al., 2016). Οι He et al. (2017) εξέτασαν το πρόβλημα ανθεκτικότητας ενεργειακά-οικονομικής ανάκτησης και ανέπτυξαν ένα μοντέλο που οδηγεί σε μοντέλα MILP. Αυτό μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στον σχεδιασμό και την κατανομή των πόρων ανάκαμψης στην οικονομία (He et al., 2017). Μια έξυπνη μονάδα παραγωγής ενέργειας που αποτελείται από ανεμογεννήτριες σε συνδυασμό με συσκευές αποθήκευσης ιόντων λιθίου εξετάστηκε από τους Bourbon et al. (2018), όπου οι ευρετικές μέθοδοι και οι μέθοδοι ΓΠ συγκρίθηκαν στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης ενέργειας.

Οι Kaldemeyer et al. (2018) ανέπτυξαν ένα μοντέλο MILP για μια γενική σύνθεση αποθήκευσης ενέργειας πεπιεσμένου αέρα με έμφαση στη δέσμευση μονάδας συγκεκριμένων τεχνικών εννοιών σε αυθαίρετα περιβάλλοντα αγοράς (Kaldemeyer et al., 2018). Για τη βελτιστοποίηση του μεγέθους των συστημάτων ηλιακής-αιολικής ανανεώσιμης ενέργειας, οι Lamedica et al. (2018) χρησιμοποίησαν μια μεθοδολογία MILP. Η μεθοδολογία έλαβε υπόψη τα εξής: απαιτήσεις φορτίου, φυσικοί και γεωμετρικοί περιορισμοί για τις εγκαταστάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το κόστος λειτουργίας και συντήρησης τόσο των αιολικών όσο και των ηλιακών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και την ηλεκτρική ενέργεια που απορροφάται από το δημόσιο δίκτυο (Lamedica et al., 2018).

Οι Samsatli & Samsatli (2018) εξέτασαν τον σχεδιασμό και τη λειτουργία ενός ολοκληρωμένου αστικού ενεργειακού συστήματος και προτάθηκε ένα γενικό μοντέλο MILP. Για την αναπαράσταση ολοκληρωμένων δικτύων πόρων και τεχνολογιών, χρησιμοποίησαν ένα ευέλικτο πλαίσιο ιστού. Δόθηκε μια μελέτη περίπτωσης στην κεντρική Αγγλία. Ο Urbanucci (2018) συζήτησε τα όρια και τις δυνατότητες του MILP για βελτιστοποίηση ενεργειακών συστημάτων πολυπαραγωγής. Αναφέρεται ότι για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και τη διευκόλυνση της ανάπτυξης κατανεμημένων ενεργειακών συστημάτων, η ταυτόχρονη παραγωγή διαφορετικών ενεργειακών φορέων από υβριδικές μονάδες πολυπαραγωγής είναι μια πολλά υποσχόμενη προσέγγιση (Urbanucci, 2018).

Οι Wang et al. (2018) μελέτησαν την ενεργειακή βελτιστοποίηση για την ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας σε συστήματα κατανεμημένης ενέργειας, ειδικά σε ένα μικροδίκτυο κλίμακας περιοχής και ανέπτυξαν ένα μοντέλο MILP. Το μοντέλο διέκρινε την ποιότητα της απορριπτόμενης θερμότητας για τον σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας των κατανεμημένων ενεργειακών συστημάτων (Wang et al., 2018).

Καθώς η σημασία της διαχείρισης ενέργειας αυξανόταν, η χρήση μεθόδων βελτιστοποίησης έγινε δημοφιλής τομέας έρευνας. Ως εκ τούτου, από την άποψη της αποτελεσματικής επίλυσης, βλέπουμε πολλές διαφορετικές μελέτες που σχετίζονται με το LP/MILP. Σε αυτή την εργασία, εξετάσαμε αυτές τις μελέτες, οι οποίες παρουσιάστηκαν από την οπτική γωνία των υπευθύνων χάραξης πολιτικής/παραγωγών. Για παράδειγμα, ορισμένες από αυτές τις εφαρμογές σχετίζονται με έξυπνη διανομή ενέργειας, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενεργειακά αποδοτικά κτίρια, ενεργειακό σχεδιασμό κ.λπ. Καθώς η ζήτηση για ενέργεια, νέες εναλλακτικές πηγές ενέργειας και νέες τεχνολογικές εξελίξεις θα συνεχίσουν να αυξάνονται, η χρήση μεθόδων βελτιστοποίησης γενικά, και η χρήση Γραμμικού Προγραμματισμού ειδικά, θα βρει πολλούς διαφορετικούς τομείς εφαρμογής. Αν και ορισμένα από αυτά τα προβλήματα είναι πολύπλοκα στη φύση και δύσκολα επιλύονται, θα χρειαστούν νέες αριθμητικές τεχνικές. Τέλος, φαίνεται ότι νέες μελέτες και εφαρμογές άλλων μεθόδων βελτιστοποίησης στην ενεργειακή απόδοση και τη διαχείριση ενέργειας θα χρειαστούν για την περεταίρω υποστήριξη της διαδικασίας αποφάσεων και εφαρμογής πολιτικής (Polat & Gürtuna, 2018).

6 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της συστηματικής βιβλιογραφικής επισκόπησης, μπορούμε πλέον εύκολα να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι, ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι ένα εργαλείο ζωτικής σημασίας για οργανισμούς κάθε είδους και μεγέθους. Από τον πρωτογενή τομέα της οικονομίας, έως τις μεγάλες με απαιτητικούς στόχους πολυεθνικές επιχειρήσεις, ο ΓΠ βρίσκει εφαρμογή για να βοηθήσει όλα τα οργανωσιακά επίπεδα των οντοτήτων. Η χρήση των μεθόδων ΓΠ, είτε πρόκειται για μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού είτε για γενικότερες μεθόδους επιχειρησιακής έρευνας και ποσοτικής ανάλυσης διοικητικών αποφάσεων, έχει την δυνατότητα να δώσει στους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής τις απαντήσεις στα ερωτήματα που προκύπτουν στην δραστηριότητά τους. Τα ερωτήματα μπορεί να αφορούν στην μεγιστοποίηση του συνολικού περιθωρίου κέρδους, στην ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους, στις διάφορες επενδυτικές αποφάσεις που εξαρτώνται από συγκεκριμένες αποδόσεις, στις αποφάσεις του τμήματος ανθρωπίνου δυναμικού για την αξιοποίηση του ανθρώπινου δυναμικού και γενικότερα σε προβλήματα source allocation (κατανομής πόρων).

Όπως έγινε αντιληπτό βάσει των αποτελεσμάτων της παρούσης έρευνας ο Γραμμικός Προγραμματισμός είναι ένα βασικό εργαλείο για την αντιμετώπιση προβλημάτων και την λήψη αποφάσεων σε έναν οργανισμό. Στην πραγματικότητα, όμως, τα μαθηματικά μοντέλα δεν είναι πάντα σε θέση να προβλέψουν αστάθμητους παράγοντες που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο, όπως για παράδειγμα μια φυσική καταστροφή ή την κακή συμπεριφορά σε ένα εργασιακό περιβάλλον. Η θεωρία της λήψης αποφάσεων έχει κάνει φυσικά σημαντική πρόοδο, εντούτοις το τελευταίο έγκειται στο γεγονός ότι οι ικανοί μάνατζερς πέρα από τα αριθμητικά αποτελέσματα που λαμβάνουν και τις απαραίτητες πληροφορίες που προσδίδουν τα γραμμικά μοντέλα, δεν πρέπει να στηρίζονται ίσως εξ ολοκλήρου σε αυτά. Γι' αυτό θα πρέπει στο μέλλον η έρευνα να εστιάσει στους περιορισμούς του Γραμμικού Προγραμματισμού, στις διευθυντικές αποφάσεις και στους τρόπους που μπορούν να ενσωματωθούν οι ήδη υπάρχουσες μέθοδοι σε μελλοντικά προγράμματα και μοντέλα που πλέον αξιοποιούν την τεχνολογία της τεχνητής νοημοσύνης, που ίσως να είναι και το μέλλον της οργανωσιακής τεχνολογίας.

Βιβλιογραφία

Σταγάκης, Γ. (2016). Το εγχείρημα ανεύρεσης μεθοδολογίας για συγγραφή εργασίας αφηγηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης: μια μη-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με πρακτικές συμβουλές. *Εργασία στα πλαίσια του μαθήματος «Εναλλακτικές Μορφές Διδασκαλίας και ο Εκπαιδευτικός ως Ερευνητής»*, ΠΔΕ γ' Φάση, διαθέσιμο [Το εγχείρημα ανεύρεσης μεθοδολογίας για συγγραφή εργασίας αφηγηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης: μια μη-συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με πρακτικές συμβουλές | Giannis Stagakis - Academia.edu](#), ημερομηνία πρόσβασης 22/12/22.

Aadharshana, V. M. (2019). Resource optimization in construction, *IJESC*, 9 (11), pp. 24019-24022.

Al-Hindi, W., & Al-Hamali, R. (2003). Current status for using quantitative methods in decision making by managers in public agencies in Riyadh city. *King Saud University Managerial Sciences*, 15(1), pp. 1-18.

Al-Nassr, R. S. M. (2019). The optimal crop rotation of Al-Rasheed District farms using linear programming technique. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 50(Special).

Alotaibi, A., & Nadeem, F. (2021). A Review of Applications of Linear Programming to Optimize Agricultural Solutions. *International Journal of Information Engineering & Electronic Business*, 13 (2), pp. 11-21, διαθέσιμο <https://www.mecspress.net/ijieeb/ijieeb-v13-n2/IJIEEB-V13-N2-2.pdf>, ημερομηνία πρόσβασης 22/12/22.

Anderson, J. B., Carol, A. A., Brown, V. K., & Anderson, L. E. (2003). A quantitative method for assessing co-localization in immunolabeled thin section electron micrographs. *Journal of Structural Biology*, 143 (2), pp. 95-106.

Anyanwakoro, A. (2009). "Strategies for creating sustainable corporate improvement in Hanks", *ESUT Journal of Management*; 5(1), 24-32.

Babonneau, F., Caramanis, M. & Haurie, A. (2016). A linear programming model for power distribution with demand response and variable renewable energy. *Applied Energy*, 181(C), pp. 83-95.

Bagshaw, K. B. (2017). *Decision analysis for managers: Quantitative approach*. Nigeria: Luckozim Nigeria Ltd.

Bagshaw, K. B. (2019). A Review of Quantitative Analysis (QA) in Production Planning Decisions Using the Linear Programming Model. *American Journal of Operations Research*, 9(06), π. 255, διαθέσιμο <http://www.scirp.org/journal/Paperabs.aspx?PaperID=96501>, ημερομηνία πρόσβασης 25/11/22.

Bhatia, M., & Bhat, G. M. J. (2020). Linear Programming Approach-Application in Agriculture, *J. Emerg. Technol. Innov. Res*, 6 (5), pp. 155-157.

Bhatia, M. & Rana, A. (2020). A mathematical approach to optimize crop allocation - A linear programming model, *Int. J. Des. Nat. Ecodynamics*, 15 (2), pp. 245-252.

Bordin, C. (2015). Mathematical optimization applied to thermal and electrical energy systems.

Bordin, C., Anuta, H. O., Crossland, A., Lascurain Gutierrez, I., Dent, C. J. & Vigo, D. (2016). A linear programming approach for battery degradation analysis and optimization in offgrid power systems with solar energy integration. *Renewable Energy*, 101, pp. 417-430.

Bourbon, R., Ngueveu, S. U., Roboam, X., Sareni, B., Turpin, C., & Hernandez-Torres, D. (2018). Energy management optimization of a smart wind power plant comparing heuristic and linear programming methods. *Mathematics and Computers in Simulation*.

Caniato, F., Kalchschmidt, M. & Ronchi, S. (2011). "Integrating Quantitative and Qualitative Forecasting Approaches: Organizational Learning in an Action Research Case.", *Journal of the Operational Research Society*, 62 (3), pp. 413-24.

Cormio, C., Dicorato, M., Minoia, A., & Trovato, M. (2003). A regional planning methodology including renewable energy sources and environmental constraints. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 7, pp. 99-130.

Damyant, L., & David, F. J. (1990). Exploring regional energy futures in Canada: a techno-economic energy model for Ontario, *Energy*, 15 (10), pp. 885-898.

Dicorato, M., Forte, G., & Trovato, M. (2008). Environmental-constrained energy planning using energyefficiency and distributed-generation facilities. *Renewable Energy*, 33, pp. 1297-1313.

- Dury, J., Schaller, N., Garcia, F., Reynaud, A., & Bergez, J. E. (2012). Models to support cropping plan and crop rotation decisions. A review. *Agronomy for sustainable development*, 32(2), pp. 567-580.
- Dwivedi, D. (2008). *Managerial economics*. New York: McGrawHall Inc. VIKAS Publishing House PVT Limited, New Delhi Outline Series.
- Ehie, I. C., & Smith, D. K. (1994). OR utilization in Nigeria: a sample survey. *Journal of the Operational Research Society*, 45(1), pp. 31-37.
- Eraydın, A. (2011). Changing importance of quantitative methods in regional development and planning, *A/Z ITU Journal of the Faculty of Architecture*, 8, pp. 4-16.
- Forrester, R., & Rodriguez, M. (2018). An Integer Programming Approach to Crop Rotation Planning at an Organic Farm. *UMAP Journal*, 39(1).
- Fujii, Y. (2002). Analysis of the optimal configuration of energy transportation infrastructure in Asia with a linear programming energy system model, *International Journal of Global Energy Issues*, 18 (1), pp. 22-43.
- Goczek, L. (2010). Problems of Quantitative Methods in the Economic and Social Sciences (Extended Edition), pp. 204-209.
- Gupta, P.K. & Hira, D.S. (2009). *Operations Research: An Introduction*. S. Chand and Hall, New Delhi.
- He, P., Ng, T. S., & Su. B. (2015). Energy import resilience with input-output linear programming models. *Energy Economics*, 50, pp. 215-226.
- He, P., Ng, T. S., & Su, B. (2017). Energy-economic recovery resilience with input-output linear programming models. *Energy Economics*, 68(C), pp. 177-191.
- Hillier, F.S. & Lieberman, G.J. (2004). *Introduction to Operations Research*. McGraw-Hill, New York.
- Hristov, I., Appolloni, A., Chirico, A., & Cheng, W. (2021). The role of the environmental dimension in the performance management system: A systematic review and conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, 293, 126075, διαθέσιμο <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126075>, ημερομηνία πρόσβασης 25/11/22.

- Huneke, F., Henkel, J., Gonzalez, J. A. B., & Erdmann, G. (2012). Optimization of hybrid off-grid energy systems by linear programming. *Energy, Sustainability and Society*, pp. 2-7.
- Hurley, E., Trafford, G., Dooley, E., & Anderson, W. (2013). *The usefulness and efficacy of linear programming models as farm management tools*. New Zealand: OneFarm, Center of Excellence in Farm Business Management.
- Idemobi, E. I. (2012). The problem of sustaining the growth of small and medium enterprises in typical Sub-Saharan African context, *African Journal of Social Sciences*, 2(1), 15-24.
- Iniyar, S., & Sumathy, K. (2003). The application of a Delphi technique in the linear programming optimization of future renewable energy options for India. *Biomass and Bioenergy*, 24, pp. 39-50.
- Kaldemeyer, C., Boysen, C., & Tuschy, I. (2018). A generic formulation of compressed air energy storage as mixed integer linear program - unit commitment of specific technical concepts in arbitrary market environments. *Materials Today: Proceedings*, 5 (11), pp. 22835-22849.
- Kannan, T. R., Dinakaran, G., & Lavanya, N. J. (2004). *A graphical approach for solving three-variable linear programming problems*. Paper presented on Recent Developments in Materials Processing (RDMP04) at Bharathiyar College of Engineering and Technology, Karaikal, India.
- Lamedica, R., Santini, E., Ruvio, A., Palagi, L., & Rossetta, I. (2018). A MILP methodology to optimize sizing of PV - wind renewable energy systems. *Energy*, 165, pp. 385- 398.
- Lopez-Pena, A., Perez-Arriaga, I., & Linares, P. (2012). Renewables vs. energy efficiency: The cost of carbon emissions reduction in Spain. *Energy Policy*, 50, pp. 659-668.
- Mac'Odo, D. S. (1997). *Quantitative and statistical analysis for business decisions*. Port Harcourt: Linnet Paul Publications.
- Manfren, M. (2012). Multi-commodity network flow models for dynamic energy management-mathematical formulation. *Energy Procedia*, 14, pp. 1380-1385.

- Martinich, J. S. (1997). *Production and operations management: An applied modern approach*. New York: Wiley.
- Mohammadi, Z., Limaiei, S. M., & Shahraji, T. R. (2017). Linear programming approach for optimal forest plantation. *Journal of forestry research*, 28(2), 299-307.
- Murdock, R. (2014). Application for quantitative techniques in business decision making.
- Mulrow, C. D. (1994). "Systematic Reviews: Rationale for Systematic Reviews." *BMJ* 309 (6954): 597-599. doi:[10.1136/bmj.309.6954.597](https://doi.org/10.1136/bmj.309.6954.597).
- Nakhanu, S. B., Toili, W.W., & Nyongesa, K. (2015). Application of linear programming knowledge and skills to real life contexts by secondary school students in Kenya, *Journal of Scientific Research and Reports*, 8 (1), pp. 1-7.
- Nordin, H. M., & Fatimah, S. (2011). A mathematical programming approach to crop mix problem. *African Journal of Agricultural Research*, 6 (1), pp. 191-197.
- Önüt, S., & Soner, S. (2006). Energy efficiency assessment for the Antalya region hotels in Turkey. *Energy and Buildings*, 38, pp. 964-971.
- Orga, C.C., and Ogbo, A.1. (2012). Application of probability theory in small business management in Nigeria, *European Journal of Business and Management*, 4(12), 72-82.
- Osagie, G. N., & Icheme, M. O. (2018). Optimization of resources with the aid of linear programming model in Steve Shoe Production Centre, Enugu, Nigeria, *International Journal of Research-Granthaalayah*, 6 (9), pp. 123-136.
- Osama, S., Elkholy, M., & Kansoh, R. M. (2017). Optimization of the cropping pattern in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*, 56 (4), pp. 557-566.
- Petticrew, R., and H. Roberts (2006). *Systematic Reviews in the Social Sciences. A Practical Guide*. Malden, MA: Blackwell.
- Polat, U., & Gürtuna, F. (2018). A review of applications of linear programming and mixed integer linear programming in energy management: From policy makers/producers to consumers. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 1 (2), pp. 84-89, [διαθέσιμο European Journal of Engineering and Applied Sciences » Submission » A Review of Applications of Linear Programming and Mixed](#)

[Integer Linear Programming in Energy Management: From Policy Makers/Producers to Consumers \(dergipark.org.tr\)](http://dergipark.org.tr), ημερομηνία πρόσβασης 23/12/22.

Prasad, R. (2004). *OFDM for wireless communications systems*. Artech House.

Rabab'h, B. S., Omar, K. M., & Alzyoud, A. A. Y. (2019). Literature review of the Impact of the Use of Quantitative techniques in administrative Decision Making: Study (Public and private sector institutions). *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 9(7), pp. 515-521, διαθέσιμο <http://dx.doi.org/10.29322/IJSRP.9.07.2019.p9166>, ημερομηνία πρόσβασης 25/11/22.

Reddy, R. V. (2010); „Basic Quantitative Techniques“. Slide share, United States.

Render, stair, Jr, and Hanaa (2009). Prentice-Hall, Inc, (Quantative Analysis for management, Tenth Edition).

Rizzo, G., & Savino, G. (2012). A linear programming model for the optimal assessment of sustainable energy action plans. *In 25th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems* (pp. 398: 1-13). Perugia, Italy.

Samuel, A., Tekenari, G., & Mebon, C. (2021). A review of the application of linear programming model in meeting organizational objective in a rapid changing business environment. *International Journal of Intellectual Discourse*, 4(4), pp. 224-233, διαθέσιμο <https://ijidjournal.org/index.php/ijid/article/view/150>, ημερομηνία πρόσβασης 25/11/22.

Samsatli, S., & Samsatli, N. J. (2018). A general mixed integer linear programming model for the design and operation of integrated urban energy systems. *Journal of Cleaner Production*, 191, pp. 458-479.

Şahman, M. A., Altun, A. A., & Dündar, A. O. (2018). A new MILP model proposal in feed formulation and using a hybrid-linear binary PSO (H-LBP) approach for alternative solutions. *Neural Computing and Applications*, 29(2), pp. 537-552.

Saxena, P., & Khanna, N. (2015). Formulation and computation of animal feed mix: Optimization by combination of mathematical programming. *In Emerging ICT for Bridging the Future-Proceedings of the 49th Annual Convention of the Computer Society of India (CSI) Volume 1* (pp. 621-629). Springer, Cham.

- Sharma, D. K. (2016). Fuzzy goal programming for agricultural land allocation problems. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 17 (1).
- Sofi, N. A., Ahmed, A., Ahmad, M., & Bhat, B. A. (2015). Decision making in agriculture: A linear programming approach. *International Journal of Modern mathematical sciences*, 13(2), pp. 160-169.
- Sohi, L. M., Bazardch, S.M., Khoshsneed, S., Mahmoodi, N., Rasbti-Abadi, F. Q. & Mohammad, M. O. (2013). Linear programming and optimizing the resources. Interdisciplinary, *Journal of Contemporary Research in Business*, 4 (11), pp. 701-705.
- Song, H.J. (2008). "Combining quantitative techniques with willingness to visit", *Journal of Forecasting of International Expo tourism*. Elsevier Ltd.
- Song, H., Dotzauer, E., Thorin, E., Guziana, B., Huopana, T., & Jan, J. (2012). A dynamic model to optimize a regional energy system with waste and crops as energy resources for greenhouse gases mitigation. *Energy*, 46, pp. 522-532.
- Taha, H.A. (2006). *Operations Research: An Introduction*. Prentice-Hall, New Delhi.
- Tan, Q., Huang, G.H., & Cai, Y. P. (2010). Waste management with recourse: an inexact dynamic programming model containing fuzzy boundary intervals in objectives and constraints. *Journal of Environmental Management*, 91, pp. 1898- 1913.
- Tenopir, C., King, D. W., Christian, L., & Volentine, R. (2015). Scholarly article seeking, reading, and use: a continuing evolution from print to electronic in the sciences and social sciences, *Learned Publishing*, 28 (2), pp. 93-105.
- Thy, N. N. A., Buddhakulsomsiri, J., & Parthanadee, P. (2020). A Mathematical Model for Optimizing Organic Feed Mix Problem. In *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)* (pp. 570-573). IEEE.
- Umetani, S., Fukushima, Y., & Morita, H. (2017). A linear programming based heuristic algorithm for charge and discharge scheduling of electric vehicles in a building energy management system. *Omega*, 67(C), pp. 115-122.
- Urbanucci, L. (2018). Limits and potentials of mixed integer linear programming methods for optimization of polygeneration energy systems. *Energy Procedia*, 148, pp. 1199- 1205.

Wagner, H. (2007). *Principles of Operations Research with Application to Managerial Decision*. Prentice Hall Press Ltd., Upper Saddle River.

Wang, X., Jin, M., Feng, W., Shu, G., Tian, H., & Liang, H. (2018). Cascade energy optimization for waste heat recovery in distributed energy systems. *Applied Energy*, 230, pp. 679-695.

Wankhade, M. O., & Lunge, H. S. (2012). Allocation of agricultural land to the major crops of saline track by linear programming approach: a case study. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 1(9), 21-25.

Waters, D. 2011. *Quantitative methods for business*, New Jersey: Prentice Hall.

Xydis, G., & Koroneos, C. (2012). A linear programming approach for the optimal planning of a future energy system. Potential contribution of energy recovery from municipal solid wastes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, pp. 369- 378.

Ying-yu, Wu & De-jian, Yu. (2011). Extended VIKOR for multi-criteria decision making problems under intuitionistic environment, *International Conference on Management Science and Engineering - Annual Conference Proceedings*, pp. 118-122.

Zhou, P., & Ang, B.W. (2008). Linear programming models for measuring economy-wide energy efficiency performance. *Energy Policy*, 36, pp. 2911-2916.