

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ & ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Λογιστική και
Χρηματοοικονομική**



**Master of Science (M.Sc)
in Accounting and Finance**

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Μελέτη επίδοσης Ελλήνων μαθητών στα μαθηματικά στο διαγωνισμό
PISA 2018 με χρήση της πολυεπίπεδης παλινδρόμησης

Μαρία Γεωργίου

Επιβλέπων Καθηγητής: Στέφανος Γιακουμάτος

Διατριβή υποβληθείσα στο Τμήμα Λογιστικής & Χρηματοοικονομικής του
Πανεπιστημίου Πελοποννήσου. Η παρούσα διατριβή αποτελεί μέρος των
απαιτήσεων για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη Λογιστική και
Χρηματοοικονομική

Καλαμάτα, Σεπτέμβριος 2022

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ & ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Λογιστική και
Χρηματοοικονομική**



**Master of Science (M.Sc)
in Accounting and Finance**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Στέφανος Γιακουμάτος
Καθηγητής, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής, Πανεπιστήμιο
Πελοποννήσου

Γεώργιος Μαυριδόγλου
Λέκτορας, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής, Πανεπιστήμιο
Πελοποννήσου

Μαρία-Ελένη Αγοράκη
Επίκουρος Καθηγήτρια, Τμήμα Λογιστικής και Χρηματοοικονομικής,
Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου

Η Γεωργίου Μαρία

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1) Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.

- 2) Αποδέχομαι ότι το Τμήμα Λογιστικής & Χρηματοοικονομικής μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη του Ιδρύματος, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγμάτωση της παρούσης εργασίας, αισθάνομαι την υποχρέωση, να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Στέφανο Γιακουμάτο. Η βοήθεια που μου προσέφερε, καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου διατριβής, υπήρξε πολύτιμη.

Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής : την κ. Μαρία-Ελένη Αγοράκη και τον κ. Γεώργιο Μαυριδόγλου για τις πολύτιμες συμβουλές τους.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου, που ήταν πάντα πρόθυμοι να προσφέρουν την βοήθεια τους .

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα ελληνικά	VI
Περίληψη στα αγγλικά.....	VIII
Συντομογραφίες.....	X
Εισαγωγή.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.Εισαγωγική τοποθέτηση του αντικειμένου της εργασίας.	
1.1.Τι είναι το PISA;	3
1.2. Τρόπος Αξιολόγησης των μαθητών.....	4
1.3.Τα βασικά χαρακτηριστικά του PISA 2018.....	5
1.4.Οι στόχοι του προγράμματος PISA.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Απλό γραμμικό μοντέλο και πολυεπίπεδη μοντελοποίηση.	
2.1.Μία σύντομη περιγραφή του απλού γραμμικού μοντέλου.....	8
2.2..Παραβιάσεις των υποθέσεων του γραμμικού μοντέλου.....	9
2.3. Μία σύντομη περιγραφή της πολυεπίπεδης μοντελοποίησης.	10
2.4.Πότε χρησιμοποιούμε την πολυεπίπεδη μοντελοποίηση;	11
2.5.Πλεονεκτήματα της πολυεπίπεδης ανάλυσης.....	12
2.6.Μοντέλο Πολυεπίπεδης Παλινδρόμησης Δύο Επιπέδων.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Ανάλυση ελληνικών δεδομένων του PISA 2018 στο τεστ των μαθηματικών.	
3.1.Δείγμα.....	15
3.2.Μέθοδοι συλλογής δεδομένων.....	15
3.2.1.Τα θέματα των τεστ.....	15
3.2.2.Τα Ερωτηματολόγια για τους μαθητές.....	16
3.2.3.Το Ερωτηματολόγιο για τους Διευθυντές των σχολείων.....	16

3.3. Στατιστική ανάλυση δεδομένων.....	16
3.4. Μεταβλητές.....	17
3.5. Ερευνητικά ερωτήματα.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Ανάλυση ελληνικών δεδομένων του PISA 2018 στο τεστ των μαθηματικών.	
4.1. Εισαγωγή.....	20
4.2. Ανάλυση δεδομένων με απλή γραμμική παλινδρόμηση.....	21
4.3. Δημιουργία διαγραμμάτων διασποράς για το απλό γραμμικό μοντέλο.	24
4.4. Έλεγχος υποθέσεων γραμμικού μοντέλου.....	28
4.5. Εξέταση συνιστωσών διακύμανσης με χρήση του μηδενικού μοντέλου.....	30
4.6. Μοντέλο επιπέδου 1 (ερμηνεία μεταβλητότητας σταθερών όρων)	33
4.7. Μοντέλο επιπέδου 2 (ερμηνεία μεταβλητότητας σταθερών όρων)	37
4.8. Εισαγωγή της ψευδομεταβλητής public στο μοντέλο ως συνεχή μεταβλητή....	40
4.9. Εξέταση της διαφοροποίησης των κλίσεων ανάμεσα στα σχολεία.....	41
4.10. Συμπεράσματα.....	44
Βιβλιογραφία.....	45

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Διεθνές Πρόγραμμα PISA για την Αξιολόγηση των Μαθητών είναι μία Εκπαιδευτική Έρευνα που ξεκίνησε το 2000 και διεξάγεται κάθε τρία χρόνια . Τα γνωστικά πεδία που εξετάζονται είναι τα Μαθηματικά, οι Φυσικές Επιστήμες και η Κατανόηση Κειμένου. Η έρευνα αυτή έχει ως κύριο στόχο την αξιολόγηση του εύρους των γνώσεων και των δεξιοτήτων των μαθητών που βρίσκονται στο τέλος της Υποχρεωτικής τους Εκπαίδευσης.

Στην εργασία αυτή ασχοληθήκαμε με τους Έλληνες μαθητές που συμμετείχαν στο διαγωνισμό PISA 2018 και διερευνήσαμε εάν η επίδοση τους στο μάθημα των μαθηματικών διαφέρει μεταξύ των σχολείων. Στη συνέχεια εφόσον διαπιστώσαμε ότι οι επιδόσεις των μαθητών στα μαθηματικά διαφέρουν ανάμεσα στα σχολεία, με την εισαγωγή ανεξάρτητων μεταβλητών (τύπος σχολείου, αριθμός μαθητών ανά τάξη και κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο τόσο σε επίπεδο μαθητή όσο και σε επίπεδο σχολείου) παρατηρήσαμε ότι μειώθηκε η διακύμανση των βαθμολογιών μεταξύ των σχολείων. Από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που επιλέξαμε μόνο το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών επηρέασε την επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά. Στο τελευταίο βήμα εξετάσαμε περαιτέρω εάν η επίδρασή του κοινωνικοοικονομικού υποβάθρου διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία.

Το σύνολο δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την εργασία αποτελείται από 6403 Έλληνες μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σε 242 σχολεία και προέρχεται από τα αρχεία του PISA 2018. Για την ανάλυση των δεδομένων μας χρησιμοποιήσαμε το στατιστικό πρόγραμμα SPSS. Στην αρχή της ανάλυσης διερευνήσαμε τη σχέση μεταξύ της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης των μαθητών και των επιδόσεων τους στα μαθηματικά με τη βοήθεια του απλού γραμμικού μοντέλου χρησιμοποιώντας ένα δείγμα 80 μαθητών. Στη συνέχεια με τη χρήση της πολυεπίπεδης παλινδρόμησης σε ολόκληρο το δείγμα εξετάσαμε κατά πόσο η επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά ποικίλλει μεταξύ των σχολείων. Έπειτα με την εισαγωγή ανεξάρτητων μεταβλητών μειώσαμε τη διακύμανση της

βαθμολογίας ανάμεσα στα σχολεία και επιπλέον μελετήσαμε εάν η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ποικίλει ανάμεσα στα σχολεία.

Τα αποτελέσματα μας υπέδειξαν ότι καθώς η κοινωνικοοικονομική κατάσταση ESCS αυξάνεται, το ίδιο συμβαίνει και με τις βαθμολογίες των μαθητών στα μαθηματικά. Επιπλέον οι επιδόσεις των μαθητών στα μαθηματικά διαφέρουν μεταξύ των σχολείων. Με την εισαγωγή ανεξάρτητων μεταβλητών (τύπος σχολείου, αριθμός μαθητών ανά τάξη και κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο μαθητών σε επίπεδο μαθητή και σχολείου) καταφέραμε να μειώσουμε τη διακύμανση στις βαθμολογίες των μαθητών. Μετά την ανάλυση προέκυψε ότι ο τύπος του σχολείου και ο αριθμός μαθητών ανά τάξη είναι μη στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για το μοντέλο, σε αντίθεση με το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών σε επίπεδο μαθητή και σχολείου που είναι στατιστικά σημαντική μεταβλητή. Τέλος τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι η επίδραση του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS δε διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία.

Λέξεις κλειδιά: [PISA, μαθηματικά, πολυεπίπεδη παλινδρόμηση, εκπαίδευση, Ελλάδα]

Abstract

The International Program for Student Assessment (PISA) is an Educational Survey that began in 2000 and is conducted every three years. The fields of knowledge examined are Mathematics, Natural Sciences and Text comprehension. This research has as its main objective the evaluation of the range of knowledge and skills of students who are at the end of their Compulsory Education.

In this paper we got involved with the Greek students who participated in the PISA 2018 competition and investigated whether their performance in mathematics differs between schools. Then, since we found that students' mathematics performance differs between schools, by introducing independent variables (school type, number of students per class, and socioeconomic background at both the student and school level) we observed that the variation in scores between schools was decreased. From the independent variables we selected, only students' socioeconomic background affected students' math performance. In the last step we further examined whether the effect of socioeconomic background differs between schools.

The data set used in this work consists of 6403 Greek secondary school students in 242 schools and comes from the PISA 2018 archives. For the analysis of our data we used the statistical program SPSS. At the beginning of the analysis we investigated the relationship between students' socioeconomic status and their mathematics performance with the help of the simple linear model using a sample of 80 students. Then using multilevel regression on the whole sample we examined whether student achievement in mathematics varied between schools. Then by introducing independent variables we reduced the variation of the score between schools and moreover we studied whether the effect of the independent variable of socioeconomic background varied between schools.

Our results indicated that as socioeconomic status increases, so do students' math scores. In addition, students' performance in mathematics differs between schools. By introducing independent variables (type of school, number of students per class, and students' socioeconomic background at the student and school level)

we were able to reduce the variation in student scores. After the analysis it emerged that the type of school and the number of students per class are non-statistically significant variables for the model, in contrast to the socio-economic background of students at the student and school level which is a statistically significant variable. Finally, our results showed that the effect of ESCS socioeconomic background does not differ between schools.

Keywords: [Pisa, mathematics, multilevel regression, education, Greece]

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
PISA	Program for International Student Assessment
ESCS	Δείκτης κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου
ΙΕΠ	Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής

Εισαγωγή

Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να μελετηθούν τα ζητήματα που σχετίζονται με την ελληνική εκπαίδευση; Τι θα κρατήσουμε από τις τάσεις που υπάρχουν διεθνώς στην υποχρεωτική εκπαίδευση; Η Ελλάδα γιατί είναι μονίμως τόσο «χαμηλά στις επιδόσεις», όπως διαβάζουμε συχνά; Όλα αυτά τα ερωτήματα που τίθενται συνεχώς δεν είναι πάντα εύκολο να απαντηθούν. Είτε διότι είναι συνδυαστικά, είτε διότι «οι εξελίξεις τρέχουν», είτε διότι οι ασκούντες εκπαιδευτική πολιτική έχουν συχνά διαφορετικά κριτήρια στη λήψη αποφάσεων που δεν σχετίζονται κατ'ανάγκη με τα αποτελέσματα εμπειρικών ερευνών. Δεν μπορούμε όμως πλέον να αδιαφορούμε για τα διεθνή ερευνητικά δεδομένα, πόσο μάλλον για έρευνες στις οποίες η Ελλάδα με δική της πρωτοβουλία συμμετέχει εδώ και είκοσι χρόνια περίπου.

Το Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών PISA (Programme for International Student Assessment) υλοποιείται από το 2000 στις χώρες-μέλη του ΟΟΣΑ και η Ελλάδα συμμετέχει σε αυτό ανελλιπώς. Πρόκειται για τη μεγαλύτερη διεθνή εκπαιδευτική έρευνα η οποία παράγει δεδομένα διεθνώς συγκρίσιμα αλλά κυρίως δεδομένα για τη λειτουργία κάθε εκπαιδευτικού συστήματος. Η παρούσα εργασία, παρουσιάζει επιλεγμένα στοιχεία, όπως αυτά αποτυπώνονται στην έρευνα PISA 2018 και αφορούν στα ελληνικά δεδομένα της εκπαίδευσης.

Ο κύριος σκοπός της διατριβής αυτής είναι να μελετηθεί η επίδοση των Ελλήνων μαθητών στον διαγωνισμό PISA (2018) στο μάθημα των μαθηματικών. Με τη χρήση της πολυεπίπεδης παλινδρόμησης θα εξετάσουμε εάν η επίδοση των Ελλήνων μαθητών διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία. Στη συνέχεια αφού διαπιστώσουμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση των βαθμολογιών θα εισάγουμε στο μοντέλο ανεξάρτητες μεταβλητές τόσο σε επίπεδο μαθητή, όσο και σε επίπεδο σχολείου για να μειώσουμε τη διακύμανση των βαθμολογιών ανάμεσα στα σχολεία. Από αυτές τις μεταβλητές θα διαπιστώσουμε ότι μόνο το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών επιδρά στην επίδοση των Ελλήνων μαθητών στα μαθηματικά. Στο τέλος της διατριβής θα εξετάσουμε εάν η επίδραση του

κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία και θα καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι αυτό δε συμβαίνει για τα δικά μας δεδομένα.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα κάνουμε μία σύντομη περιγραφή του προγράμματος PISA , του τρόπου αξιολόγησης των μαθητών και τους στόχους αυτού του προγράμματος. Επίσης θα αναφερθούμε πιο συγκεκριμένα στο διαγωνισμό PISA 2018 και θα δώσουμε μία συνοπτική παρουσίαση των επιδόσεων της Ελλάδας και των άλλων χωρών που συμμετέχουν στο διαγωνισμό. Στο δεύτερο κεφάλαιο θα κάνουμε μία σύντομη αναφορά στο απλό γραμμικό μοντέλο και στις βασικές υποθέσεις του. Στη συνέχεια θα κάνουμε μία σύντομη περιγραφή της πολυεπίπεδης παλινδρόμησης και των βασικών πλεονεκτημάτων της. Στο κεφάλαιο 3 θα χρησιμοποιήσουμε δεδομένα που αφορούν τους Έλληνες μαθητές που συμμετείχαν στο διαγωνισμό PISA 2018 και θα μελετήσουμε εάν η επίδοσή τους στο μάθημα των μαθηματικών διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία με τη χρήση πολυεπίπεδης παλινδρόμησης. Στη συνέχεια αφού διαπιστώσουμε ότι υπάρχει διαφοροποίηση των βαθμολογιών θα εισάγουμε ανεξάρτητες μεταβλητές για να μειώσουμε τη διακύμανση των βαθμολογιών. Από αυτές τις μεταβλητές θα διαπιστώσουμε ότι μόνο το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών επιδρά στην επίδοσή τους στα μαθηματικά. Στο τέλος θα εξετάσουμε εάν η επίδραση του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία και θα διαπιστώσουμε ότι αυτό δε συμβαίνει για τα δικά μας δεδομένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1.Τι είναι το PISA;

Το Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών - PISA (Programme for International Student Assessment) είναι μία διεθνής έρευνα στο χώρο της εκπαίδευσης, η οποία υλοποιείται από το 2000. Η έρευνα πραγματοποιείται κάθε τρία χρόνια σε 15χρονους μαθητές από τις χώρες-μέλη του ΟΟΣΑ και από δεκάδες άλλες συνεργαζόμενες χώρες και εξετάζει τρία γνωστικά αντικείμενα: Κατανόηση Κειμένου, Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες. Σε κάθε κύκλο του Προγράμματος δίνεται έμφαση σε ένα γνωστικό αντικείμενο, το οποίο εξετάζεται λεπτομερώς, ενώ τα υπόλοιπα εξετάζονται σε μικρότερη έκταση. (OECD)

Εξετάζεται πόσο καλά μπορούν να εφαρμόσουν οι μαθητές γνώσεις και δεξιότητες που απέκτησαν κατά τα χρόνια της υποχρεωτικής εκπαίδευσης στο σχολείο σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής. Είναι μια έρευνα που δεν σχετίζεται με συγκεκριμένη διδακτική ύλη, αλλά που καλείται να εξετάσει το αν και κατά πόσο οι 15χρονοι σήμερα είναι κατάλληλα καταρτισμένοι για να αντιμετωπίσουν της προκλήσεις της εποχής μας. Τα θέματα είναι σχεδιασμένα για να αξιολογούν την κριτική και την αναλυτική σκέψη των παιδιών, καθώς και να εξετάζουν σε ποιο βαθμό μπορούν να εφαρμόσουν αυτές τις γνώσεις σε ρεαλιστικές και άγνωστες καταστάσεις, τόσο εντός όσο και εκτός σχολικού περιβάλλοντος. (OECD)

Το Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Φοιτητών (PISA) παρέχει τη δυνατότητα στις χώρες να αξιολογήσουν τις επιδόσεις των μαθητών τους και να εξάγουν χρήσιμα συμπεράσματα για το επίπεδο του εκπαιδευτικού τους συστήματος. Πίσω από τα αποτελέσματα βρίσκεται ένας πλούτος δεδομένων που δεν αποτυπώνει μόνο τις επιδόσεις και τις ικανότητες των μαθητών, αλλά και πολύτιμα στοιχεία για το πώς ζουν, τι προσλαμβάνουσες έχουν από το σπίτι και από το σχολικό τους περιβάλλον, καθώς και για τις συνθήκες και τις υποδομές των σχολείων. Απαντούν σε ερωτήσεις για το πόσα βιβλία υπάρχουν στο σπίτι τους, εάν έχουν υπολογιστή σπίτι τους, τη βαθμίδα εκπαίδευσης στην οποία έφτασαν οι γονείς τους, τον αριθμό μαθητών στην τάξη τους, τον τύπο του σχολείου τους (δημόσιο ή ιδιωτικό). (OECD)

1.2. Τρόπος Αξιολόγησης των μαθητών

Σε όλες τις χώρες που συμμετείχαν στο διαγωνισμό PISA 2018 χρησιμοποιήθηκαν ηλεκτρονικά τεστ και η διάρκεια κάθε γνωστικού αντικειμένου ήταν 2 ώρες. Οι μαθητές έπρεπε να απαντήσουν

1. σε κλειστές ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής τις οποίες οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν:
 - τη σωστή απάντηση από τις προτεινόμενες απαντήσεις.
 - μία από δύο δυνατές απαντήσεις (σωστό/ λάθος ,ναι/ όχι, κ.ά.), σε μια σειρά από διαφορετικές προτάσεις,
2. σε ανοικτές ερωτήσεις σύντομης απάντησης που ζητούν από τους μαθητές είτε δώσουν μία πολύ σύντομη απάντηση , είτε να συμπληρώσουν μία λέξη ,έναν αριθμό, ή μία σύντομη φράση ως απάντηση.

Οι μαθητές απάντησαν επίσης σε ερωτήσεις που σχετίζονταν με το κοινωνικό και δημογραφικό υπόβαθρο του καθενός σε χρόνο 35 λεπτών. Επίσης, μέσω κατάλληλων ερωτηματολογίων προσπάθησαν να αντλήσουν πληροφορίες σχετικά με τις πεποιθήσεις τους και τις στάσεις τους απέναντι στη μάθηση, τον οικογενειακό περίγυρο, τα ατομικά ή οικογενειακά χαρακτηριστικά αλλά και με κοινωνικοοικονομικούς παράγοντες (φύλο, μορφωτικό επίπεδο γονέων, μετανάστευση κ.α.). Οι διευθυντές των σχολείων απάντησαν σε ένα ειδικά διαμορφωμένο ερωτηματολόγιο ,διάρκειας περίπου 45', το οποίο περιείχε ερωτήσεις σχετικές με: θέματα διοίκησης και οργάνωσης του σχολείου, διαδικασίες λήψης αποφάσεων, το μέγεθος της τάξης, το σχολικό κλίμα καθώς και με εξωσχολικές δραστηριότητες που προσφέρονται (ΙΕΠ, 2019).

Οι χώρες που συμμετείχαν στο διαγωνισμό είχαν επίσης τη δυνατότητα να διανείμουν στους μαθητές τους ακόμα τρία προαιρετικά ερωτηματολόγια. Συνολικά 52 χώρες (ανάμεσά τους και η Ελλάδα) διένειμαν ερωτηματολόγιο σχετικά με την εξοικείωση των μαθητών με τις νέες τεχνολογίες, 32 χώρες (ανάμεσά τους και η Ελλάδα) διένειμαν ένα ερωτηματολόγιο που αφορούσε τις προσδοκίες των

μαθητών για την εκπαίδευσή τους και 9 χώρες διένειμαν ένα ερωτηματολόγιο , σχετικά με την ευημερία των μαθητών.

1.3.Τα βασικά χαρακτηριστικά του PISA 2018.

Πάνω από μισό εκατομμύριο δεκαπεντάχρονων από 79 χώρες, στις οποίες περιλαμβάνονται όλα τα κράτη-μέλη της ΕΕ, έκαναν το τεστ PISA το 2018, το οποίο είχε ως κύριο γνωστικό αντικείμενο την Κατανόηση Κειμένου, ενώ αξιολογήθηκαν με μικρότερη βαρύτητα η οι Φυσικές Επιστήμες και τα Μαθηματικά. Τα αποτελέσματα του PISA 2018 δείχνουν αρκετά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των δύο φύλων, με τα κορίτσια να αποδίδουν καλύτερα από τα αγόρια στην κατανόηση κειμένου σε όλες τις χώρες που συμμετείχαν(ΙΕΠ 2019). Επίσης μεγάλη απόκλιση παρατηρείται και στις βαθμολογίες μεταξύ των μαθητών που φοιτούν σε σχολεία γενικής εκπαίδευσης και των μαθητών που φοιτούν σε σχολεία επαγγελματικής εκπαίδευσης. Επιπροσθέτως το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο και το κλίμα στο σχολείο επηρεάζουν σημαντικά την επίδοση των μαθητών στις περισσότερες χώρες της ΕΕ (ΙΕΠ).

Στα μαθηματικά η Ελλάδα συγκέντρωσε 451 βαθμούς όπως και η Κύπρος, και μοιράστηκαν την 43η θέση σε 78 χώρες. Το 2015 η Ελλάδα συγκέντρωσε 454 βαθμούς και κατετάγη επίσης 43η. Ο μέσος όρος του ΟΟΣΑ στα μαθηματικά είναι 489 βαθμοί. Και το 2018 οι Έλληνες μαθητές και μαθήτριες πήραν "κάτω από τη βάση" και στα τρία γνωστικά αντικείμενα. Ανάμεσα στις 78 χώρες/περιοχές που συμμετείχαν (77 στην κατανόηση κειμένου) κατετάγησαν 42οι στην κατανόηση κειμένου (πέτυχαν μέσο όρο 457 μονάδες), 44οι στα μαθηματικά (451 μονάδες) και 44οι στις φυσικές επιστήμες (452 μονάδες). Όπως συνέβη και τις προηγούμενες φορές, και στα τρία γνωστικά αντικείμενα οι Έλληνες μαθητές και μαθήτριες υπολείπονται πολύ του μέσου όρου των μαθητών των χωρών του ΟΟΣΑ(Dianeosis).

Η Ελλάδα συμμετέχει στο PISA από την αρχή του Προγράμματος και πολλοί μαθητές μας σταθερά παίρνουν βαθμούς "κάτω από τη βάση". Τα αποτελέσματα των παιδιών στο πρόγραμμα PISA είναι από μόνα τους χρήσιμα και πολύ ενδεικτικά. Ο μέσος όρος των επιδόσεων των Ελλήνων μαθητών είναι χαμηλότερος από ότι των

μαθητών των περισσότερων ανεπτυγμένων χωρών(Dianeosis). Επίσης η Ελλάδα φαίνεται να έχει πολύ λιγότερους μαθητές υψηλών επιδόσεων από ότι άλλες χώρες και ένα τεράστιο ποσοστό των μαθητών μας δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν ούτε στα βασικά. Ο μέσος 15χρονος Έλληνας μαθητής έχει περίπου τις γνώσεις και τις ικανότητες του μέσου 12χρονου μαθητή από τη Σιγκαπούρη ή το Πεκίνο(Dianeosis).

Η Σλοβακία, η Χιλή και η Βουλγαρία είναι οι χώρες των οποίων η επίδοση δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά από την επίδοση της Ελλάδας. Το Πεκίνο, η Σαγκάη, πόλεις της Κίνας και η Σιγκαπούρη σημείωσαν υψηλότερες επιδόσεις από όλες τις υπόλοιπες χώρες που συμμετείχαν στο PISA 2018. Η Εσθονία, ο Καναδάς, η Φινλανδία και η Ιρλανδία σημείωσαν την υψηλότερη επίδοση ανάμεσα στις χώρες του ΟΟΣΑ (Dianeosis).

Όλα τα παραπάνω στοιχεία είναι πολύτιμα στοιχεία που αποτυπώνουν μια προβληματική πραγματικότητα. Όταν όμως συνδυαστούν με τα αποτελέσματα και των άλλων, παράλληλων ερευνών, τότε μπορούν να γίνουν πραγματικά πολύτιμα. Γιατί τότε μπορούμε να αρχίσουμε να καταλαβαίνουμε και τις αιτίες πίσω από το πρόβλημα.

1.4.Οι στόχοι του προγράμματος PISA.

Μια ομάδα ερευνητών, μελέτησαν τα δεδομένα του PISA και ετοίμασαν μια λεπτομερή τεχνική ανάλυση μερικών από τα αποτελέσματα, καταλήγοντας σε πολλά χρήσιμα συμπεράσματα. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονίσουμε πως ένα από τα πιο ενδιαφέροντα και σημαντικά χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης εκπαιδευτικής έρευνας είναι ότι δεν αξιολογεί τις γνώσεις των μαθητών ή την εξοικείωσή τους με μια συγκεκριμένη εξεταστική ύλη. Αντιθέτως, τα θέματα στα οποία καλούνται να απαντήσουν οι μαθητές είναι γενικότερης φύσεως, με στόχο να αποτυπώσουν όχι τόσο το τι γνωρίζουν οι μαθητές, αλλά το αν και κατά πόσο μπορούν να σκεφτούν αναλυτικά και συνδυαστικά, αν οι γνώσεις τους τροφοδοτούν την ευρύτητα της σκέψης τους και αν είναι εξοικειωμένοι με τις βασικές έννοιες σε κάθε γνωστικό αντικείμενο προκειμένου να ανταποκριθούν σε καθημερινά προβλήματα (Dianeosis).

Η αξιολόγηση δεν επιβεβαιώνει απλώς το κατά πόσο οι μαθητές μπορούν να εξάγουν συμπεράσματα βάσει όσων έχουν διδαχθεί, αλλά εξετάζει σε ποιο βαθμό μπορούν να εφαρμόσουν αυτές τις γνώσεις σε ρεαλιστικές και άγνωστες καταστάσεις, τόσο εντός όσο και εκτός σχολικού περιβάλλοντος. Αυτή η προσέγγιση αντικατοπτρίζει το γεγονός ότι οι σύγχρονες κοινωνίες έχουν ανάγκη από πολίτες που όχι μόνο γνωρίζουν, αλλά είναι σε θέση και να πράξουν βάσει όσων γνωρίζουν. (Dianeosis)

Το PISA είναι μία έρευνα που προσφέρει δεδομένα για την εκπαιδευτική πολιτική και πρακτική και βοηθά στην παρακολούθηση των τάσεων για την απόκτηση γνώσεων και δεξιοτήτων των μαθητών σε πολλές χώρες και σε διαφορετικές δημογραφικές ομάδες εντός κάθε χώρας. Τα αποτελέσματα του PISA αναδεικνύουν τι είναι εφικτό στην εκπαίδευση, εστιάζοντας στο τι μπορούν να υλοποιήσουν οι μαθητές κάθε χώρας.

Τα ευρήματα επιτρέπουν στους φορείς χάραξης πολιτικών ανά τον κόσμο να μετρήσουν τις γνώσεις και δεξιότητες των μαθητών στις χώρες τους σε σύγκριση με μαθητές άλλων χωρών, να θέσουν στόχους εκπαιδευτικών πολιτικών σε σχέση με μετρήσιμους στόχους, που έχουν επιτευχθεί από άλλα εκπαιδευτικά συστήματα, καθώς και να «διδαχθούν» από πολιτικές και πρακτικές που έχουν εφαρμοστεί σε άλλες χώρες. Τους δίνεται λοιπόν η δυνατότητα να συλλέγουν δεδομένα για τα εκπαιδευτικά συστήματα των υπόλοιπων χωρών που συμμετέχουν στο διαγωνισμό, ώστε να μπορέσουν να διερευνήσουν τους παράγοντες που επιδρούν στην επίδοση των μαθητών (οικογένεια, κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο, τύπος σχολείου κ.α.), αλλά και να αναζητηθούν μέθοδοι αντιμετώπισης των πιθανών εκπαιδευτικών ελλειμμάτων της χώρας τους (Dianeosis).

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονίσουμε ότι το πρόγραμμα PISA δεν ανιχνεύει σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος μεταξύ επιδόσεων των μαθητών και πολιτικών/πρακτικών ή άλλων χαρακτηριστικών. Μπορεί, όμως, να αναδείξει τάσεις, συσχετίσεις και να καταγράψει διαφοροποιήσεις μεταξύ των εκπαιδευτικών συστημάτων αλλά και διαχρονικά εσωτερικά σε κάθε χώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1. Μία σύντομη περιγραφή του απλού γραμμικού μοντέλου

Το πιο απλό υπόδειγμα που χρησιμοποιείται στην οικονομετρική ανάλυση είναι το απλό γραμμικό μοντέλο. Αυτό ορίζεται ως εξής :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i, \quad (1), i=1, 2, \dots, N$$

όπου Y_i και X_i συμβολίζουν τις τιμές της εξαρτημένης και ανεξάρτητης μεταβλητής του υποδείγματος αντίστοιχα για ένα δείγμα $i = 1, 2, \dots, N$ παρατηρήσεων, β_0 και β_1 αποτελούν τις άγνωστες προς εκτίμηση παραμέτρους του υποδείγματος και ε_i είναι ανεξάρτητες και ισόνομες τυχαίες μεταβλητές που συμβολίζουν τις παρατηρήσεις του όρου απόκλισης του υποδείγματος (Draper Norman, Smith Harry, 1997).

Το υπόδειγμα (1) μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη : το $\beta_0 + \beta_1 X_i$ και το διαταρακτικό όρο ή απόκλιση ε_i . Το πρώτο μέρος $\beta_0 + \beta_1 X_i$, αποτελεί το ερμηνευμένο (ή προβλεπόμενο) μέρος του. Αυτό εξηγεί τις συστηματικές μεταβολές της εξαρτημένης μεταβλητής Y_i με βάση εκείνες των τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής X_i , όπως προβλέπεται από την οικονομική θεωρία.

Ο διαταρακτικός όρος ε_i αποτελεί το ανερμήνευτο μέρος του υποδείγματος και αναφέρεται επίσης ως σφάλμα της παλινδρόμησης. Αυτός θεωρείται ότι αποτελεί μία τυχαία μεταβλητή της οποίας οι τιμές δεν είναι προβλέψιμες. Αυτές οφείλονται σε τυχαίους μη συστηματικούς παράγοντες που επηρεάζουν τις μεταβολές των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής Y_i πέρα από τις μεταβολές στις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής X_i και επομένως δεν μπορούν να ερμηνευτούν από την οικονομική θεωρία. Για το λόγο αυτό, υποθέτουμε ότι οι τιμές του διαταρακτικού όρου για όλες τις παρατηρήσεις ενός δείγματος θεωρούνται ότι αντιπροσωπεύουν τιμές τυχαίων μεταβλητών που προέρχονται από την κανονική κατανομή με αναμενόμενη (μέση) τιμή που ισούται με το μηδέν, δηλαδή ισχύει $E(\varepsilon_i) = 0$, είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, καθώς επίσης και με τις τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής του υποδείγματος. Παραδείγματα μη συστηματικών παραγόντων που μπορούν να επηρεάζουν τις μεταβολές της εξαρτημένης μεταβλητής και να αντιπροσωπεύουν το διαταρακτικό όρο του οικονομετρικού υποδείγματος αποτελούν οι φυσικές καταστροφές, οι απρόβλεπτες διαρθρωτικές αλλαγές στην οικονομία, σφάλματα μέτρησης οικονομικών μεγεθών, ιδιαίτερα χαρακτηριστικά στη συμπεριφορά των οικονομικών μονάδων, κ.ο.κ.

2.2..Παραβιάσεις των υποθέσεων του γραμμικού μοντέλου.

Κανονικότητα των καταλοίπων

Τα κατάλοιπα του μοντέλου πρέπει να ακολουθούν κανονική κατανομή με μέση τιμή 0 και σταθερή διακύμανση σ^2 . Αν δεν ισχύει αυτή η ιδιότητα τότε οι εκτιμήσεις των συντελεστών του γραμμικού υποδείγματος δε θα είναι ακριβείς με συνέπεια να προκύπτουν προβλήματα στους ελέγχους στατιστικών υποθέσεων για αυτούς(Draper Norman, Smith Harry, 1997).

Γραμμικότητα του μοντέλου

Η σχέση ανάμεσα στην ανεξάρτητη μεταβλητή και τις εξαρτημένες θα πρέπει να είναι γραμμική. Γραφικά, ο έλεγχος της ορθότητας του μοντέλου γίνεται με τη δημιουργία το διαγράμματος προβλεπόμενων τιμών έναντι των καταλοίπων. Αν δεν παρατηρηθεί κάποια ιδιαίτερη μορφή και τα σημεία βρίσκονται πάνω σε μία ευθεία γραμμή το μοντέλο μπορεί να θεωρηθεί ορθό. Αν δούμε κάποια ιδιαίτερη γραφική παράσταση τότε η εξαρτημένη και η ανεξάρτητη μεταβλητή μπορεί να μην συνδέονται με μία γραμμική σχέση. Σε αυτή την περίπτωση μπορούμε να προχωρήσουμε σε διόρθωση του μοντέλου μετατρέποντας τη μη γραμμική σχέση σε γραμμική με κατάλληλους μετασχηματισμούς (Draper Norman, Smith Harry, 1997).

Ετεροσκεδαστικότητα

Μια από τις βασικές υποθέσεις του απλού γραμμικού μοντέλου είναι ότι τα σφάλματα είναι ομοσκεδαστικά, δηλαδή έχουν σταθερή διακύμανση $\text{var}(\varepsilon_i)=\sigma^2$. Στην πραγματικότητα όμως μπορεί να μη συμβαίνει αυτό, διότι οι διακυμάνσεις των διαταρακτικών όρων δεν είναι σταθερές, αλλά μεταβάλλονται μεταξύ διαφορετικών χρονικών περιόδων (Draper Norman, Smith Harry, 1997).

Εξειδίκευση του μοντέλου

Η εξειδίκευση του μοντέλου είναι η πιο σπουδαία αλλά και η πιο δύσκολη φάση στην οικονομετρική ανάλυση ενός οικονομικού φαινομένου, γιατί δεν υπάρχουν κριτήρια ή κανόνες για την επιλογή του κατάλληλου υποδείγματος. Η εξειδίκευση

του υποδείγματος αναφέρεται τόσο στη διατύπωση της εξίσωσης παλινδρόμησης, όσο και στη διατύπωση των υποθέσεων για τις ερμηνευτικές μεταβλητές και το διαταρακτικό όρο. Συνήθως ο όρος σφάλμα εξειδίκευσης αναφέρεται στα σφάλματα που δημιουργούνται από λαθεμένη διατύπωση της εξίσωσης παλινδρόμησης (παραλείπεται από το υπόδειγμα μια σημαντική ερμηνευτική μεταβλητή) ή στη χρησιμοποίηση λαθεμένης μορφής συνάρτησης (γραμμική αντί εκθετική) (Draper Norman, Smith Harry, 1997).

2.3. Μία σύντομη περιγραφή της πολυεπίπεδης μοντελοποίησης.

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα σύνολο δεδομένων βαθμολογιών μαθητών λυκείων στο μάθημα των μαθηματικών και μας ενδιαφέρει να μελετήσουμε τη σχέση της απόδοσης τους στο μάθημα των μαθηματικών με το επίπεδο εκπαίδευσης των γονιών τους. Πώς θα αντιμετωπίζαμε το πρόβλημα; Γραμμική παλινδρόμηση με την απόδοση στο μάθημα των μαθηματικών ως εξαρτημένη μεταβλητή και το επίπεδο εκπαίδευσης των γονιών τους ως ανεξάρτητη μεταβλητή. Τι γίνεται όμως αν παρατηρήσουμε ότι η απόδοση στο μάθημα των μαθηματικών ποικίλλει ανάλογα με τα αντίστοιχα σχολεία; Ένας μαθητής στο 1^οΓΕΛ Σπάρτης μπορεί να έχει καλύτερη επίδοση στα μαθηματικά από έναν μαθητή του 2^οΓΕΛ Σπάρτης. Άρα, βλέπουμε ότι υπάρχει επίδραση του σχολείου στην απόδοση των μαθητών στο μάθημα των μαθηματικών.

Οι στατιστικοί ονομάζουν ομαδικό αποτέλεσμα ή τυχαίο αποτέλεσμα ομάδων. Εδώ, οι βαθμολογίες των μαθητών είναι συγκεντρωμένες μέσα στα σχολεία. Και αν προχωρήσουμε ένα επίπεδο παραπέρα και ομαδοποιήσουμε μαθητές εντός σχολείων και συγκρίνουμε αποδόσεις μαθητών από διαφορετικά σχολεία, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι διαφορετικό. Έτσι, τα δεδομένα σε μια ομάδα συσχετίζονται, αλλά μια συνηθισμένη γραμμική παλινδρόμηση υποθέτει ότι τα δεδομένα είναι ανεξάρτητα. Άρα, χρειαζόμαστε μοντέλα που να αντικατοπτρίζουν αυτούς τους συσχετισμούς μεταξύ των παρατηρήσεων. Εάν συνεχίσουμε με το μοντέλο απλής παλινδρόμησης, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να μην πάρουμε αξιόπιστα αποτελέσματα από τα δεδομένα.

2.4.Πότε χρησιμοποιούμε την πολυεπίπεδη μοντελοποίηση;

Η πολυεπίπεδη μοντελοποίηση είναι ένα στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση της σχέσης μεταξύ εξαρτημένων δεδομένων και ανεξάρτητων δεδομένων όταν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των παρατηρήσεων. (Thomas & Heck, 2001). Εδώ, οι μεμονωμένες παρατηρήσεις είναι συγκεντρωμένες μέσα σε διαφορετικές ομάδες. Οι παρατηρήσεις σε κάθε ομάδα συσχετίζονται.

Όταν συλλέγονται μεμονωμένα δεδομένα από ένα τυχαίο δείγμα ομάδων (σχολεία, περιοχές, νοσοκομεία) σε μια χρονική στιγμή, τότε οι παρατηρήσεις εντός αυτών των ομάδων είναι πιο πιθανό έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, μαθητές από διαφορετικά σχολεία μπορεί να έχουν διαφορετική απόδοση σε ένα κοινό τεστ, ενώ οι επιδόσεις μαθητών από το ίδιο σχολείο μπορεί να παρουσιάσουν κάποιες ομοιότητες. Εδώ, τα σχολεία λειτουργούν ως ομάδες και οι βαθμολογίες των μαθητών είναι παρατηρήσεις συγκεντρωμένες μέσα στα σχολεία. Εάν προσαρμόζουμε μια κανονική παλινδρόμηση για να μοντελοποιήσουμε τη σχέση μεταξύ των βαθμολογιών του τεστ και κάποιας ανεξάρτητης μεταβλητής x , τότε θα προεξοφλήσουμε τις επιδράσεις των μεταβλητών σε επίπεδο σχολείου, ας πούμε τα προσόντα των δασκάλων. Με ένα απλό μοντέλο παλινδρόμησης, δεν υπάρχει τρόπος να υπολογίσουμε πόση διακύμανση προκύπτει σε επίπεδο μαθητών και πόση σε επίπεδο σχολείου.

Η έρευνα στις κοινωνικές επιστήμες προσφέρει μια ευκαιρία να μελετηθούν φαινόμενα που είναι πολυεπίπεδης ή ιεραρχικής φύσης. Παραδείγματα μπορεί να είναι φοιτητές κολεγίου συγκεντρωμένοι σε ιδρύματα εντός πόλεων ή μαθητές δημοτικού σχολείου συγκεντρωμένοι σε τάξεις εντός σχολείων. Εάν προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τη συμπεριφορά ή τις στάσεις των ατόμων απουσία ομαδικών πλαισίων που είναι γνωστό ότι επηρεάζουν συμπεριφορές ή στάσεις μπορεί να μειωθεί σοβαρά η ικανότητα μας να τις ερμηνεύσουμε. Τα άτομα μέσα σε συγκεκριμένους οργανισμούς μπορεί να μοιράζονται ορισμένες ιδιότητες, συμπεριλαμβανομένων προτύπων κοινωνικοποίησης, παραδόσεων, στάσεων και στόχων. Ως εκ τούτου, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των ατόμων και των

κοινωνικών τους ομάδων σε διάφορα περιβάλλοντα προσφέρονται για πολυάριθμες έρευνες.

Για τη μελέτη των σχέσεων μεταξύ των ατόμων και των κοινωνικών τους ομάδων, η πολυεπίπεδη μοντελοποίηση είναι μια ελκυστική προσέγγιση επειδή μας παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης ουσιαστικής θεωρίας σχετικά με ατομικές και ομαδικές διαδικασίες στα σχήματα ομαδοποιημένης δειγματοληψίας πολλών ερευνητικών μελετών. Η πολυεπίπεδη μοντελοποίηση γίνεται γρήγορα η τυπική αναλυτική προσέγγιση για την εξέταση δεδομένων σε πολλούς τομείς (π.χ. κοινωνιολογία, εκπαίδευση, ψυχολογία και διαχείριση) λόγω της δυνατότητας εφαρμογής της σε ευρύ φάσμα ερευνητικών σχεδίων και δομών δεδομένων .

2.5.Πλεονεκτήματα της πολυεπίπεδης ανάλυσης

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα της πολυεπίπεδης ανάλυσης σε σχέση με την παραδοσιακή μονομεταβλητή και τις πολυμεταβλητές προσεγγίσεις. (Heck & Thomas, 2009).

- Πρώτον, η πολυεπίπεδη ανάλυση βοηθά τους ερευνητές να αποφύγουν την επιλογή ατόμων ή ομάδων ως μονάδα ανάλυσης.
- Δεύτερον, επιτρέπει στους ερευνητές να ασχοληθούν με πιο περίπλοκες στρατηγικές δειγματοληψίας. Οι αναλύσεις ενός επιπέδου βασίζονται στην υπόθεση των απλών τυχαίων δειγμάτων. Σε πολλές στρατηγικές συλλογής δεδομένων, ωστόσο, μπορεί να γίνει δειγματοληψία ατόμων στις ίδιες γειτονιές ή σχολεία ή σε υποομάδες ατόμων (π.χ. ανά εθνικότητα ή ανά κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο ESCS) ,κάτι το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε υπερδειγματοληψία σε σύγκριση με την εκπροσώπησή τους στον πληθυσμό. Τέτοιες σύνθετες στρατηγικές δειγματοληψίας δημιουργούν αποτελέσματα ομαδοποίησης που παραβιάζουν τις παραδοχές της απλής τυχαίας δειγματοληψίας (δηλαδή ότι κάθε άτομο έχει ίσες πιθανότητες να επιλεγεί στο δείγμα).
- Τρίτον, όπου υπάρχουν ομοιότητες μεταξύ των ατόμων, είναι πλέον κοινώς αποδεκτό ότι τα πολυεπίπεδα μοντέλα παρέχουν πιο ακριβείς εκτιμήσεις των παραμέτρων του μοντέλου από τις αναλύσεις ενός επιπέδου . Αυτό οφείλεται

κυρίως στη μεγαλύτερη τους ακρίβεια στον υπολογισμό τυπικών σφαλμάτων που σχετίζονται με εκτιμήσεις παραμέτρων.

- Τέταρτον η πολυεπίπεδη ανάλυση επιτρέπει στον ερευνητή να ορίσει τις μεταβλητές στο σωστό θεωρητικό τους επίπεδο στην ιεραρχία των δεδομένων. Έτσι, για παράδειγμα, σε μια ιεραρχία δύο επιπέδων, μια μεταβλητή όπως το μέγεθος του σχολείου μπορεί να αξιολογηθεί σε σχέση με τον αριθμό των σχολείων στο δείγμα, ενώ μια μεταβλητή όπως το φύλο μπορεί να αξιολογηθεί σε σχέση με τον αριθμό των ατόμων στο δείγμα.
- Τέλος, η πολυεπίπεδη μοντελοποίηση επιτρέπει στους ερευνητές να κάνουν πιο σύνθετες ερωτήσεις σχετικά με τα δεδομένα. Το ένα αφορά την κατανομή των αποτελεσμάτων (π.χ. μέσες τιμές ή κλίσεις παλινδρόμησης) σε ένα δείγμα ομάδων (όπως σχολεία). Μπορούμε να προσπαθήσουμε να προσδιορίσουμε ποιοι τύποι σχολείων θα μπορούσαν να μειώσουν τα κενά στη μάθηση των μαθητών που οφείλονται στην κοινωνικοοικονομική κατάσταση των μαθητών ή σε προηγούμενα επίπεδα δεξιοτήτων. Τα παραδείγματα μπορεί να περιλαμβάνουν τον τύπο του σχολείου (δημόσιο ή ιδιωτικό), τον επαρκή αριθμό καθηγητών σε ένα σχολείο, και τις μαθησιακές ικανότητές τους στην τάξη.

2.6.Μοντέλο Πολυεπίπεδης Παλινδρόμησης Δύο Επιπέδων

Τα βασικά στοιχεία της πολυεπίπεδης μοντελοποίησης περιλαμβάνουν τη διερεύνηση τυχαία μεταβαλλόμενων παραμέτρων αποτελέσματος. Αυτά περιλαμβάνουν συνήθως διακύμανση στα επίπεδα του αποτελέσματος (σταθεροί όροι) και της δύναμης των σχέσεων εντός της ομάδας που υποδεικνύονται από τους συντελεστές παλινδρόμησης (κλίσεις) μεταξύ των ομάδων. Εφόσον αναγνωρίζουμε ότι υπάρχει διακύμανση στις παραμέτρους, μπορούμε στη συνέχεια να δημιουργήσουμε κατάλληλα μοντέλα για να την εξηγήσουμε. Σε ορισμένες περιπτώσεις, μπορεί να έχουμε σκεφτεί ένα συγκεκριμένο θεωρητικό μοντέλο για την ανάλυση των δεδομένων μας, όμως συχνά διαπιστώνουμε ότι χρειάζεται να εξερευνήσουμε νέα μοντέλα με τα οποία μπορούμε να ερμηνεύσουμε αυτή τη διακύμανση.

Ας σκεφτούμε μια ανάλυση όπου ο ερευνητής επιθυμεί να προσδιορίσει εάν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ενός προγνωστικού παράγοντα, X , όπως το ESCS, και ενός αποτελέσματος, του Y , όπως μια βαθμολογία σε μία εξέταση των μαθηματικών. Τα σχολεία είναι υπεύθυνα για τη μείωση των διαφορών στην επίδοση που οφείλονται σε κοινωνικό υπόβαθρο; Αυτές οι ανησυχίες σχετίζονται με την κοινωνική κατανομή της μάθησης μέσα στα σχολεία.

Στην ιδανική περίπτωση, μπορεί να θέλουμε να εντοπίσουμε σχολικές ρυθμίσεις όπου επιτεύχθηκε υψηλή συσχέτιση μεταξύ του μαθητικού ESCS, και των αποτελεσμάτων για όλους τους μαθητές στο σχολείο και όπου υπάρχει μικρή ή καθόλου σχέση μεταξύ του μαθητικού κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS και των επιδόσεων στα μαθηματικά. Τέτοια σχολεία θα θεωρούνταν τόσο αποτελεσματικά (δηλαδή που παράγουν αποτελέσματα υψηλών επιδόσεων) όσο και δίκαια (δηλ. έχουν μικρή ή καθόλου κοινωνική κατανομή μάθησης λόγω του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου των μαθητών). Αντίθετα, ίσως θέλουμε επίσης να προσδιορίσουμε σχολεία όπου η επίδοση είναι σταθερά χαμηλή για τους μαθητές και στα οποία το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο ECSC των μαθητών παίζει σημαντικό ρόλο για τα επίπεδα έκβασής τους. Μπορεί να είμαστε σε θέση να παρέμβουμε αποτελεσματικά (π.χ. αύξηση της ποιότητας του εκπαιδευτικού προσωπικού και διάθεση περισσότερων πόρων) εάν κατορθώναμε να εντοπίσουμε τέτοιες ρυθμίσεις που είναι αναποτελεσματικές και ανίσχυρες για τους μαθητές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1. Δείγμα

Στο διαγωνισμό PISA 2018 εκπροσώπησαν την Ελλάδα περίπου 7.000 μαθητές ηλικίας 15-16 ετών από 268 δημόσια και ιδιωτικά Γυμνάσια, Γενικά Λύκεια και Επαγγελματικά Λύκεια. Τα σχολεία επιλέχθηκαν με στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία. Φορέας υλοποίησης του PISA 2018 στην Ελλάδα ήταν το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής (ΙΕΠ).

3.2. Μέθοδοι συλλογής δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων του διαγωνισμού PISA γίνεται με τη χρησιμοποίηση των παρακάτω εργαλείων:

- Τεστ για τους μαθητές
- Ερωτηματολόγια για τους μαθητές
- Ερωτηματολόγιο για τους Διευθυντές των σχολείων

3.2.1. Τα θέματα των τεστ

Τα θέματα που χρησιμοποιούνται από το PISA για την αξιολόγηση των μαθητών αναφέρονται σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής και περιλαμβάνουν τα εξής:

- Ερωτήσεις ανοικτού τύπου που απαιτούν εκτενής απαντήσεις και συχνά πρέπει οι μαθητές να εξηγήσουν ή να αιτιολογήσουν την απάντησή τους.
- Ερωτήσεις κλειστού τύπου/ σύντομης απάντησης που ζητούν από τους μαθητές να απαντήσουν με πολύ αυστηρούς περιορισμούς ή να συμπληρώσουν έναν αριθμό, μία λέξη ή μία σύντομη φράση ως απάντηση.
- Ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής στις οποίες οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν:
 1. τη σωστή απάντηση από τις προτεινόμενες απαντήσεις.

2. μία από δύο δυνατές απαντήσεις (ναι/όχι, σωστό/λάθος κ.ά.), σε ένα σύνολο από διαφορετικές προτάσεις (ΙΕΠ).

3.2.2.Τα Ερωτηματολόγια για τους μαθητές

Τα ερωτηματολόγια για τους μαθητές περιέχουν ερωτήσεις που αφορούν τον μαθητή, το οικογενειακό του περιβάλλον, καθώς και τις πεποιθήσεις του απέναντι στη μάθηση. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται η συσχέτιση της επίδοσης των μαθητών με ατομικά ή οικογενειακά χαρακτηριστικά, όπως επίσης και με άλλους παράγοντες (π.χ. φύλο, , το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών, το μορφωτικό επίπεδο των γονέων).(ΙΕΠ)

3.2.3.Το Ερωτηματολόγιο για τους Διευθυντές των σχολείων

Το ερωτηματολόγιο για τους Διευθυντές αποτελείται από ερωτήσεις που αφορούν το μέγεθος και τον τύπο του σχολείου, παιδαγωγικές πρακτικές, οικονομικούς και εκπαιδευτικούς πόρους. Τα δεδομένα που συλλέγονται συσχετίζονται με τις επιδόσεις των μαθητών και εξάγονται συμπεράσματα (ΙΕΠ).

3.3.Στατιστική ανάλυση δεδομένων

Οι τιμές για όλες τις κλίμακες επίδοσης των μαθητών κυμαίνονται από 0 έως 1000 μονάδες. Ο Educational Testing Service που είναι συνεργαζόμενος φορέας του PISA για να αποδώσει ιδιότητες παράγοντα σε περιπτώσεις υπέρ-μεταβλητών προχώρησε στη δημιουργία δεικτών με ειδικές στατιστικές τεχνικές(OECD,2017).Η στάθμιση των δεικτών έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε ο μέσος μαθητής στις χώρες του ΟΟΣΑ να παρουσιάζει μέσο όρο 0 στον εκάστοτε δείκτη. Υπάρχουν βεβαίως και μικρές αποκλίσεις για ορισμένους δείκτες. Τα δύο τρίτα των μαθητών παρουσιάζουν τιμές που κυμαίνονται από -1 έως 1. Αρνητικές τιμές των δεικτών δεν συνεπάγονται αρνητικές απαντήσεις των μαθητών, αλλά λιγότερο θετικές σε σχέση με το μέσο όρο των απαντήσεων (Dianeosis).

3.4.ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

Από ένα μεγάλο πλήθος μεταβλητών που είναι διαθέσιμες καταλήξαμε στην επιλογή τεσσάρων μεταβλητών για να τις μελετήσουμε και να τις συσχετίσουμε με την επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά στο διαγωνισμό PISA 2018. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν οι επιμέρους μεταβλητές του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου της οικογένειας και σε επίπεδο μαθητή αλλά και σε επίπεδο σχολείου, ο τύπος σχολείου (δημόσιο- ιδιωτικό) και ο αριθμός μαθητών ανά τάξη.

ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ (PVMATH_MEAN)

Οι μαθητές στο διαγωνισμό PISA 2018 κλήθηκαν να απαντήσουν σε δέκα διαφορετικές ομάδες θεμάτων στα μαθηματικά. Εμείς χρησιμοποιώντας αυτές τις δέκα τιμές για κάθε μαθητή δημιουργήσαμε τη μεταβλητή **PVMATH_MEAN** βρίσκοντας το μέσο όρο των τιμών αυτών.

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

- **ESCS**

Στην παρούσα εργασία θα παρουσιάσουμε τον δείκτη ESCS αλλά και τις επιμέρους μεταβλητές που τον συνθέτουν. Το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών είναι μια ευρεία έννοια που συνοψίζει πολλές διαφορετικές πτυχές ενός μαθητή και του σχολείου. Η εκτίμησή του γίνεται μέσω του δείκτη οικονομικής, κοινωνικής και πολιτισμικής κατάστασης PISA (Index of Economic, Social and Cultural Status, ESCS), ο οποίος έχει προκύψει από μεταβλητές που σχετίζονται με το οικογενειακό υπόβαθρο των μαθητών: το μορφωτικό επίπεδο και το επάγγελμα των γονέων, τον αριθμό των βιβλίων και άλλων εκπαιδευτικών πόρων που υπάρχουν στο σπίτι, τα υλικά αγαθά (καταναλωτικά, εκπαιδευτικά και βιβλία) που ανήκουν στην οικογένεια και είναι ενδεικτικά του πλούτου και του μορφωτικού επιπέδου για κάθε χώρα. (Sirin 2005, Willms 2006). Ο δείκτης ESCS έχει κατασκευαστεί ώστε να είναι διεθνώς συγκρίσιμος. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με τη χρήση πολυεπίπεδης μοντελοποίησης, έτσι ώστε να ληφθεί υπόψη ταυτόχρονα το επίπεδο των μαθητών (επίπεδο 1) και το επίπεδο των σχολείων (Επίπεδο 2). Ένα σταθερό αποτέλεσμα σε κάθε διαγωνισμό PISA

είναι ότι το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο παρουσιάζει συστηματικά συσχέτιση με την επίδοση των μαθητών.(Δραγώνα, Σκούρτου& Φραγκουδάκη, 2001,Hartas 2011, Jaeger & Holm 2007,OECD)

- **ESCS_MEAN**

Η μεταβλητή **ESCS_MEAN** προκύπτει από τον προηγούμενο δείκτη **ESCS** ως εξής: Σε κάθε σχολείο όλοι οι μαθητές έχουν μία τιμή στο δείκτη **ESCS**.Υπολογίζοντας το μέσο όρο του δείκτη **ESCS** σε κάθε σχολείο δημιουργήσαμε τη μεταβλητή **ESCS_MEAN**. Τώρα όλοι οι μαθητές που ανήκουν στο ίδιο σχολείο θα έχουν την ίδια τιμή στη μεταβλητή **ESCS_MEAN**.

- **Public**

Η μεταβλητή **public** αναφέρεται στον τύπο του σχολείου και παίρνει τις εξής τιμές: (δημόσιο=0,ιδιωτικό=1). Δημόσια αποκαλούνται τα σχολεία στα οποία η φοίτηση των παιδιών παρέχεται δωρεάν από το κράτος. Αντιθέτως στα ιδιωτικά σχολεία το μεγαλύτερο μέρος της χρηματοδότησης γίνεται από μη κρατικό μηχανισμό.

- **CL_SIZE**

Αυτή τη μεταβλητή τη δημιουργήσαμε σε επίπεδο σχολείου υπολογίζοντας το μέσο όρο μαθητών ανά τάξη σε κάθε σχολείο. Οι πληροφορίες που αφορούν τον αριθμό μαθητών ανά τάξη παρέχονται από τα ερωτηματολόγια τα οποία απαντούν οι διευθυντές των σχολείων.

3.5.Ερευνητικά ερωτήματα

Σε αυτή την εργασία θα ασχοληθούμε την επίδοση των Ελλήνων μαθητών στα μαθηματικά στο διαγωνισμό PISA 2018. Ως ανεξάρτητη μεταβλητή θα χρησιμοποιήσουμε την επίδοση των Ελλήνων μαθητών στα μαθηματικά και ως εξαρτημένες μεταβλητές το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο των μαθητών σε επίπεδο μαθητή και σε επίπεδο σχολείου, τον τύπο σχολείου και τον αριθμό μαθητών ανά τάξη σε επίπεδο σχολείου. Στην αρχή της ανάλυσής μας με τη χρήση του απλού γραμμικού μοντέλου θα εξετάσουμε εάν το κοινωνικοοικονομικό

υπόβαθρο του μαθητή επηρεάζει την επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά. Στη συνέχεια με τη χρήση της πολυεπίπεδης μοντελοποίησης θα μελετήσουμε κατά πόσο η επίδοση των μαθητών στα μαθηματικά διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία. Έπειτα με την εισαγωγή ανεξάρτητων μεταβλητών θα προσπαθήσουμε να μειώσουμε τη διακύμανση των βαθμολογιών τόσο σε επίπεδο μαθητή όσο και σε επίπεδο σχολείου. Τέλος θα εξετάσουμε εάν η επίδραση του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1. Εισαγωγή

Οι αναλύσεις ενός επιπέδου είναι κατάλληλες όταν υπάρχει μικρό ενδιαφέρον για την εξέταση σε επίπεδο ομάδας. Το βασικό σημείο για ένα μοντέλο ενός επιπέδου είναι ότι οι εκτιμήσεις του για το σταθερό όρο και την κλίση καθορίζονται σε μία τιμή που περιγράφει τον μέσο όρο για το δείγμα. Το μοντέλο παλινδρόμησης ενός επιπέδου δεν μπορεί να λάβει υπόψη ότι οι μαθητές μπορεί να είναι συγκεντρωμένοι σε ένα σχολείο με άλλους μαθητές που έχουν παρόμοιο υπόβαθρο. Στο παράδειγμά μας, η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης δεν το λαμβάνει υπόψη.

Τα πολυεπίπεδα μοντέλα υποδηλώνουν ότι τα άτομα είναι «ομαδοποιημένα» (σε ένα τμήμα, σε ένα σχολείο ή κάποιο άλλο είδος ομάδας). Σε αυτού του είδους μελετών, η απλή τυχαία δειγματοληψία δεν ισχύει επειδή τα άτομα που είναι συγκεντρωμένα σε ομάδες θα τείνουν να έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά. Εάν αγνοήσουμε την ομαδοποίηση των μαθητών, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να εισαχθεί μεροληψία στην εκτίμηση των συντελεστών και των τυπικών σφαλμάτων τους. Η πολυεπίπεδη μοντελοποίηση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον καθορισμό ενός ιεραρχικού συστήματος εξισώσεων παλινδρόμησης που εκμεταλλεύεται τη δομή ομαδοποιημένων δεδομένων.

Σε αντίθεση με ένα μοντέλο παλινδρόμησης ενός επιπέδου, όπου ο αντίκτυπος μιας μεταβλητής όπως το ESCS θεωρείται ότι είναι σταθερός σε όλα τα άτομα στο δείγμα, στην παλινδρόμηση πολλαπλών επιπέδων μπορεί κανείς να καθορίσει μια εξίσωση παλινδρόμησης ενός επιπέδου που μπορεί να υπολογίζεται σε κάθε σχολείο. Με αυτόν τον τρόπο, ο ερευνητής μπορεί να προσδιορίσει εάν η επίδραση του ESCS στην επίδοση στα μαθηματικά είναι ισχυρότερη ή ασθενέστερη σε ορισμένα σχολεία. Αυτό που μπορούμε να προσδιορίσουμε είναι εάν η κατανομή των κλίσεων διαφέρει σημαντικά μεταξύ των μονάδων. Σε αυτή την περίπτωση, ο ερευνητής μπορεί να ενδιαφέρεται να εκτιμήσει το μέσο σταθερό όρο και την επίδραση του ESCS στην επίδοση στα μαθηματικά σε όλο το σύνολο των σχολείων, καθώς και στον καθορισμό του πόσο τα σχολεία αποκλίνουν από το

συνολικό μέσο σταθερό όρο και τη μέση κλίση επίδοσης ESCS. Η μεταβλητότητα των σταθερών όρων (δηλαδή, όπου η γραμμή παλινδρόμησης κάθε μονάδας τέμνει τον άξονα Υ) και των κλίσεων (η απότομη αλλαγή της γραμμής παλινδρόμησης του κάθε σχολείου) δημιουργεί διαφορετικούς τύπους ερωτήσεων που μπορούν να τεθούν.

Σε αντίθεση με την παλινδρόμηση ενός επιπέδου , όπου τα τυχαία σφάλματα θεωρούνται ανεξάρτητα, ότι κατανέμονται κανονικά και έχουν σταθερή διακύμανση, σε μοντέλα πολλαπλών επιπέδων οι δομές σφάλματος είναι πιο περίπλοκες. Τα σφάλματα σε ατομικό επίπεδο είναι εξαρτημένα μέσα σε κάθε μονάδα επειδή είναι κοινά σε κάθε άτομο εντός αυτής της μονάδας. Τα σφάλματα δεν έχουν σταθερή διακύμανση επειδή τα υπολειμματικά στοιχεία που περιγράφουν τους σταθερούς όρους και τις κλίσεις μπορεί επίσης να διαφέρουν μεταξύ των μονάδων. Η εκτίμηση αυτών των άγνωστων τυχαίων παραμέτρων που συσχετίζονται με τομές ή κλίσεις μπορεί επίσης να εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά των δεδομένων (π.χ. μέγεθος δείγματος, βαθμός ανισορροπίας στα μεγέθη δειγμάτων μονάδων υψηλότερου επιπέδου και βαθμός ομοιότητας μεταξύ ατόμων εντός ομάδων), τον τύπο της ανάλυσης που διενεργήθηκε και την κλίμακα μέτρησης των εξαρτημένων μεταβλητών. Επειδή οι τυχαίες παράμετροι του μοντέλου πρέπει να εκτιμηθούν με ομαδικά δείγματα που περιέχουν διαφορετικούς αριθμούς ατόμων, πρέπει να χρησιμοποιούνται επαναληπτικές διαδικασίες εκτίμησης για τη λήψη αποτελεσματικών εκτιμήσεων.

4.2. Ανάλυση δεδομένων με απλή γραμμική παλινδρόμηση

Αρχικά θα ξεκινήσουμε με μια ανάλυση ενός επιπέδου (δηλαδή, λαμβάνοντας υπόψη μόνο τους μαθητές και όχι την ομαδοποίησή τους μέσα στα σχολεία) . Ένα κλασικό ερευνητικό ερώτημα για ανάλυση ενός επιπέδου μπορεί να είναι: Υπάρχει σχέση μεταξύ του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS των μαθητών και των επιδόσεων τους στα μαθηματικά; Θα μπορούσαμε να σκεφτούμε ότι η κοινωνικοοικονομική κατάσταση ενός μαθητή σχετίζεται θετικά με την βαθμολογία του στο τεστ μαθηματικών.

Το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης ενός επιπέδου για να εξηγήσει την επίδοση ενός μαθητή στο μάθημα των μαθηματικών είναι το παρακάτω:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{ESCS}_i + \varepsilon_i.$$

όπου β_0 είναι ο σταθερός όρος, β_1 είναι η κλίση και ε_i το σφάλμα παλινδρόμησης. Ο σταθερός όρος β_0 αντιπροσωπεύει την αναμενόμενη βαθμολογία στα μαθηματικά για ένα μαθητή του οποίου η κοινωνικοοικονομική κατάσταση ESCS είναι 0. Ο συντελεστής κλίσης β_1 αντιπροσωπεύει την αναμενόμενη αλλαγή στην βαθμολογία ενός μαθητή στα μαθηματικά για αλλαγή 1 μονάδας στην κοινωνικοοικονομική κατάσταση ESCS του μαθητή.

Το βασικό σημείο για ένα μοντέλο ενός επιπέδου είναι ότι καθεμία από τις εκτιμήσεις της τομής και της κλίσης σταθεροποιείται σε μία τιμή που περιγράφει τον μέσο όρο για το δείγμα. Για παράδειγμα, η κλίση που εκφράζει τη σχέση μεταξύ της βαθμολογίας ESCS και της βαθμολογίας στο μάθημα των μαθηματικών θα είναι η ίδια για όλους τους μαθητές. Επίσης τα σφάλματα στην εκτίμηση του σταθερού όρου και της κλίσης θεωρούνται ότι είναι ανεξάρτητα, ακολουθούν κανονική κατανομή με σταθερή διακύμανση και μέσο όρο 0. Εκτελώντας απλή γραμμική παλινδρόμηση για το παραπάνω μοντέλο προκύπτει ο παρακάτω πίνακας:

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1.

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95,0% Confidence Interval for B		Correlations			Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound	Zero-order	Partial	Part	Tolerance	VIF
1	(Constant)	457,504	,939		487,470	,000	455,664	459,344					
	Index of economic, social and cultural status	32,548	1,027	,369	31,704	<,001	30,536	34,561	,369	,369	,369	1,000	1,000

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ

Η τιμή του p-value για την ανεξάρτητη μεταβλητή ESCS είναι μικρότερη από 0,05. Αυτό μας υποδεικνύει ότι η μεταβλητή αυτή είναι στατιστικά σημαντική για το μοντέλο. Από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα μπορούμε να δημιουργήσουμε την εξίσωση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης :

$$\hat{Y}_i = 457,50 + 32,54 * ESCS,$$

όπου \hat{Y}_i οι προβλεπόμενες τιμές για την βαθμολογία στα μαθηματικά, $\beta_0=457,50$ (ο σταθερός όρος) και $\beta_1=32,54$ (η κλίση). Ο συντελεστής κλίσης υποδηλώνει ότι, κατά μέσο όρο, καθώς η κοινωνικό-οικονομική κατάσταση ESCS των μαθητών αυξάνεται κατά 1 μονάδα, η προβλεπόμενη βαθμολογία των μαθητών στα μαθηματικά αναμένεται να αυξηθεί κατά 32,54 μονάδες σε 490,04 [457,50+ 32,54].

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2

Model Summary^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	R Square Change	Change Statistics			Sig. F Change	Durbin-Watson
						F Change	df1	df2		
1	,369 ^a	,136	,136	74,56372	,136	1005,164	1	6370	<,001	1,517

a. Predictors: (Constant), Index of economic, social and cultural status

b. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ

Επίσης από τον πίνακα 4.2. προκύπτει ότι ο συντελεστής προσδιορισμού είναι $R^2=0,136$, κάτι το οποίο σημαίνει ότι η ανεξάρτητη μεταβλητή ερμηνεύει το 13,6% της μεταβλητότητας της βαθμολογίας στο τεστ των μαθηματικών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.3

Casewise Diagnostics^a

Case Number	Std. Residual	ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ	Predicted Value	Residual
880	-3,087	206,67	436,8227	-230,14944
889	-3,135	218,05	451,7755	-233,72510
890	-3,148	151,01	385,7184	-234,70443
1616	-3,058	269,42	497,4345	-228,01126
1819	3,137	703,97	470,0938	233,87674
2871	-3,381	198,45	450,5842	-252,13573
2955	-3,318	249,95	497,3140	-247,36893
3768	-3,063	263,23	491,6018	-228,36958
3829	3,398	688,49	435,0879	253,40009
4329	-3,267	212,38	455,9710	-243,59349
4853	-3,351	310,54	560,3994	-249,85853
5273	-3,026	213,06	438,7073	-225,64470

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ

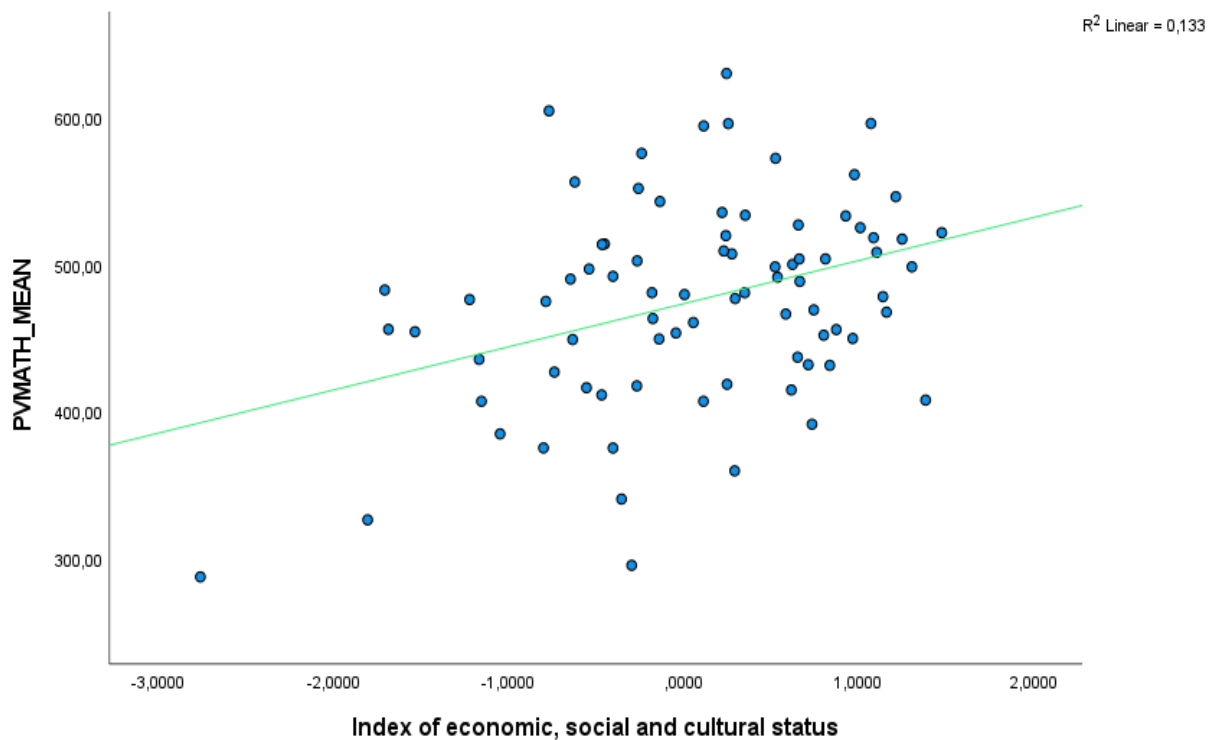
Μέσω του πίνακα 4.3 μπορούμε να εντοπίσουμε ακραίες τιμές για το μοντέλο, καθώς εμφανίζονται οι περιπτώσεις που παρουσιάζουν τυποποιημένα κατάλοιπα μεγαλύτερα των τριών αποκλίσεων από το μέσο όρο. Αυτό ισχύει για λίγες περιπτώσεις, άρα δεν υπάρχουν πολλές ακραίες τιμές στο δείγμα μας.

4.3. Δημιουργία διαγραμμάτων διασποράς για το απλό γραμμικό μοντέλο.

Τα ίδια αποτελέσματα προκύπτουν εάν δημιουργήσουμε ένα διάγραμμα διασποράς μεταξύ του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS των μαθητών και της επίδοσής τους στα μαθηματικά. Επειδή το δείγμα μας αποτελείται από 6403 μαθητές θα επιλέξουμε να δημιουργήσουμε ένα διάγραμμα διασποράς για τους πρώτους 80 μαθητές του δείγματός μας. Το διάγραμμα 3.1. υποδηλώνει ότι καθώς η κοινωνικοοικονομική κατάσταση ESCS αυξάνεται, το ίδιο συμβαίνει και με τις βαθμολογίες των μαθητών στα μαθηματικά.

Ο στόχος της ανάλυσης είναι να προσδιοριστεί η καλύτερη γραμμή προσαρμογής που περιγράφει τη σχέση μεταξύ του ESCS του μαθητή και των βαθμολογιών στο τεστ των μαθηματικών σε αυτό το δείγμα. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκτίμηση των τιμών για το σταθερό όρο β_0 και την κλίση β_1 . Αφού υπολογίσουμε τις προβλεπόμενες τιμές θα παρατηρήσουμε όπως είναι αναμενόμενο ότι υπάρχει απόκλιση μεταξύ των προβλεπόμενων τιμών (που είναι πάνω στη γραμμή) και των πραγματικών τιμών του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS και των επιδόσεων στα μαθηματικά. Η διαφορά μεταξύ των παρατηρούμενων και των προβλεπόμενων τιμών αναπαρίσταται ως σφάλμα ϵ_i . Ο σταθερός όρος β_0 αντιπροσωπεύει τη μέση βαθμολογία των μαθητών όταν το ESCS πάρει την τιμή 0, και η κλίση β_1 αντιπροσωπεύει τη μέση επίδραση του ESCS στη βαθμολογία των μαθητών στο μάθημα των μαθηματικών σε ολόκληρο το δείγμα των μαθητών. Αυτές οι τιμές γίνονται «σταθερές» για όλο το δείγμα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1.



Ο καθορισμός των τιμών του σταθερού όρου και της κλίσης έχει ως αποτέλεσμα τη γραμμή παλινδρόμησης στο διάγραμμα 4.1 που συνοψίζει τη σχέση μεταξύ του ESCS και των βαθμολογιών των μαθητών στο τεστ των μαθηματικών. Η προσαρμογή του μοντέλου αξιολογείται από το άθροισμα των τετραγωνικών αποστάσεων κάθε παρατηρούμενης τιμής από την προβλεπόμενη τιμή που βασίζεται στη γραμμή παλινδρόμησης. Η γραμμή που ελαχιστοποιεί το άθροισμα αυτών των τετραγωνικών αποστάσεων θεωρείται ότι ταιριάζει καλύτερα στα δεδομένα.

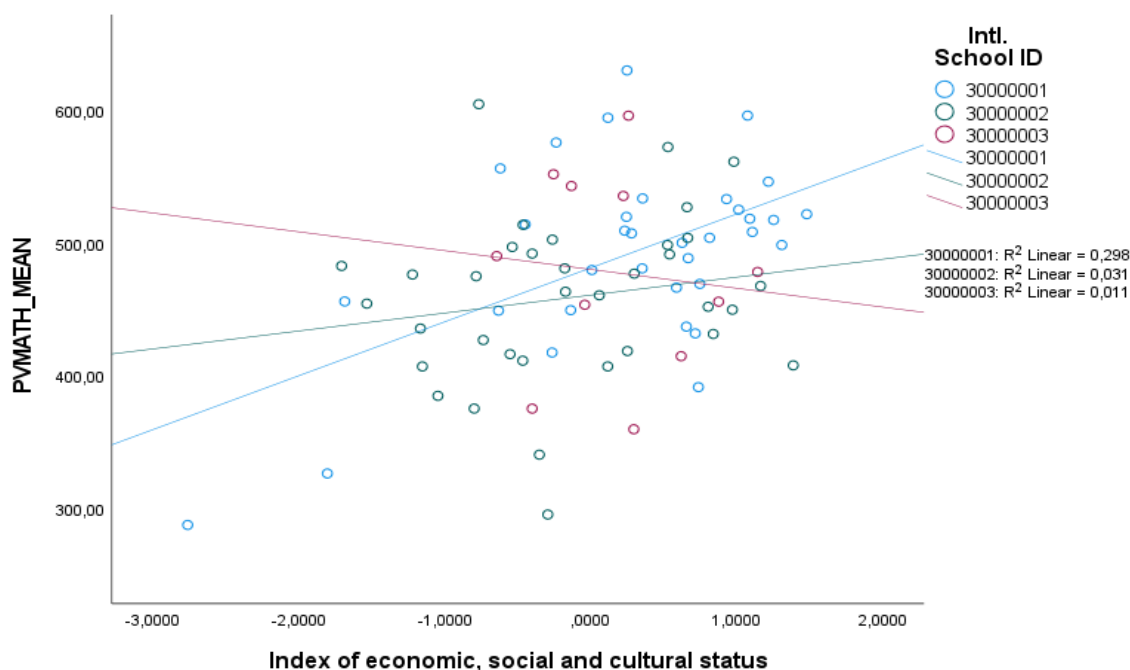
Στη συνέχεια θα αναπτύξουμε ένα διάγραμμα διασποράς της σχέσης μεταξύ της κοινωνικοοικονομικής κατάστασης ESCS των μαθητών και της βαθμολογίας στα μαθηματικά, όμως αυτή τη φορά θα λάβουμε υπόψη τα σχολεία τους (δηλαδή, σε αυτήν την περίπτωση οι 80 μαθητές προέρχονται από τρία διαφορετικά σχολεία). Μπορούμε συνεπώς να υπολογίσουμε μια εξίσωση παλινδρόμησης για κάθε σχολείο. Κάθε σχολείο θα έχει το δικό του σταθερό όρο

και μια δική του κλίση (που περιγράφει τη σχέση μεταξύ του ESCS και της βαθμολογίας στα μαθηματικά σε αυτό το σχολείο).

Όπου υπάρχουν ιεραρχίες δεδομένων, οι σταθεροί όροι για το κάθε σχολείο (δηλ., ο μέσος όρος των βαθμολογιών στα μαθηματικά προσαρμοσμένες για το ESCS των μαθητών) πιθανότατα θα διαφέρουν στο δείγμα των σχολείων της μελέτης. Επιπλέον, μπορεί να υπάρχουν ορισμένα σχολεία όπου η επίδραση του ESCS του μαθητή στην επίδοση του στα μαθηματικά (που αντιπροσωπεύεται από την κλίση της γραμμής παλινδρόμησης) είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από τον μέσο όρο. Μπορεί επίσης να υπάρχουν κάποια σχολεία όπου δεν υπάρχει καμία σχέση.

Το διάγραμμα 4.2 παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ του ESCS και της βαθμολογίας στα μαθηματικά για το προηγούμενο υποσύνολο 80 ατόμων που προέρχονται από τρία σχολεία. Το διάγραμμα μας υποδεικνύει ότι το ποσοστό διακύμανσης της βαθμολογίας που ερμηνεύεται από την ανεξάρτητη μεταβλητή ESCS διαφέρει ανάμεσα στα τρία σχολεία (οι συντελεστές R^2 κυμαίνονται από 0,011 έως 0,298). Αυτό μας υποδεικνύει ότι υπάρχει διαφορετική επίδραση του ESCS στη βαθμολογία των μαθηματικών σε αυτά τα τρία σχολεία.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2.



Εκτός από την αρχική μας ερώτηση (Υπάρχει σχέση μεταξύ του ESCS του μαθητή και της επίδοσης στα μαθηματικά;), μπορούμε τώρα να θέσουμε άλλες ερωτήσεις για τα δεδομένα. Εάν παρατηρήσουμε το διάγραμμα 4.2, φαίνεται ότι τα επίπεδα των σταθερών όρων ποικίλλουν σημαντικά στα τρία σχολεία. Η παρατηρούμενη μεταβλητότητα στους σταθερούς όρους δημιουργεί μια δεύτερη ερώτηση: Διαφέρουν οι μέσες βαθμολογίες στα μαθηματικά που λαμβάνουν οι μαθητές στα σχολεία; Η απάντηση σε αυτήν την ερώτηση θα παρείχε πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα του κάθε σχολείου δεδομένου του υπόβαθρου ESCS των μαθητών του.

Το διάγραμμα υποδηλώνει επίσης τη δυνατότητα τυχαία μεταβαλλόμενων κλίσεων στο σύνολο δεδομένων. Δύο από τα τρία σχολεία στο παράδειγμά μας έχουν θετικές σχέσεις κλίσης και ένα σχολείο έχει σχέση αρνητικής κλίσης. Μπορεί επίσης να παρατηρήσει κάποιος ότι οι συντελεστές R^2 οι οποίοι συνοψίζουν την ισχύ της σχέσης μεταξύ του ESCS μαθητή και της επίδοσης στα μαθηματικά, ποικίλλουν επίσης σημαντικά στα τρία σχολεία (δηλαδή, από 0,011 έως 0,298).

Αυτό το μικρό σύνολο δεδομένων υποδηλώνει ότι μπορεί να υπάρχουν σχολεία όπου υπάρχει μικρό κενό στην επίδοση στα μαθηματικά λόγω του υποβάθρου ESCS των μαθητών. Αυτά τα σχολεία θα μπορούσε να θεωρηθούν ως πιο δίκαια όσον αφορά την κοινωνική κατανομή της μάθησης λόγω του κοινωνικού υπόβαθρου των μαθητών (π.χ. ESCS ή ίσως το φύλο και η φυλή/εθνικότητα, αν συμπεριλάβουμε αυτές τις μεταβλητές). Σε άλλα σχολεία, το κοινωνικό υπόβαθρο των μαθητών μπορεί να είναι πολύ σημαντικό για την επίδοσή τους στα μαθηματικά. Ένα δεύτερο ερώτημα που θα μπορούσε να τεθεί είναι το εξής: Μήπως οι κλίσεις (δηλ. η ισχύς της σχέσης μεταξύ του ESCS του μαθητή και της επίδοσης του στα μαθηματικά) διαφέρουν μεταξύ των σχολείων;

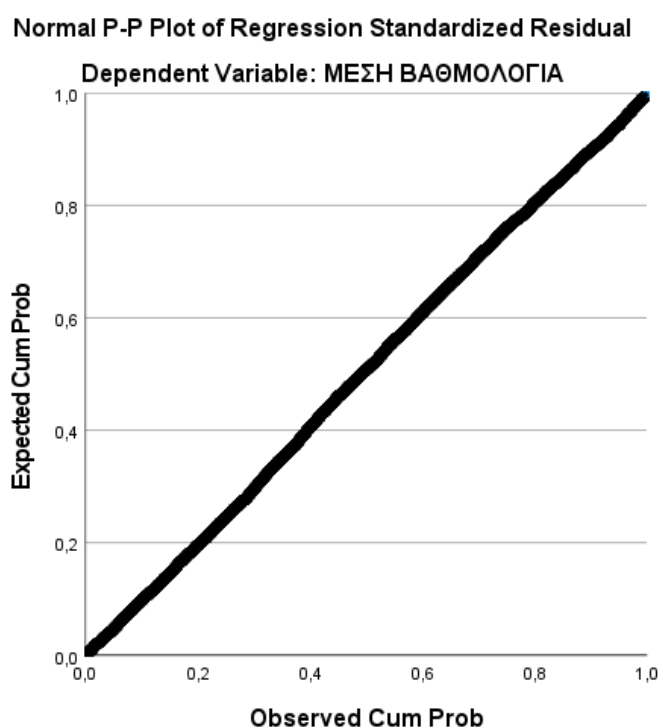
Η απάντηση σε αυτήν την ερώτηση θα παρείχε πληροφορίες σχετικά με την ισότητα των σχολείων στην παραγωγή αποτελεσμάτων, δεδομένου του κοινωνικού υπόβαθρου των μαθητών τους. Θα μπορούσαμε να εξετάσουμε εάν η σχέση μεταξύ μεμονωμένων ESCS και επίδοσης στα μαθηματικά είναι ισχυρότερη ή ασθενέστερη

σε σχολεία με διαφορετικό μέσο όρο κοινωνικής σύνθεσης. Επιπλέον, μπορούμε να διερευνήσουμε εάν υπάρχει διαφορά στην ισχύ της συσχέτισης μεταξύ μεμονωμένων ESCS και επιδόσεων σε δημόσια και ιδιωτικά σχολεία ή σε σχολεία έχοντας μια ισχυρότερη ακαδημαϊκή εστίαση, μετά τον έλεγχο του μέσου επιπέδου ESCS στο σχολείο.

4.4. Έλεγχος υποθέσεων γραμμικού μοντέλου

Μέσω του διαγράμματος προβλεπόμενων τιμών έναντι των καταλοίπων μπορούμε να ελέγξουμε την προϋπόθεση της γραμμικότητας του μοντέλου. Παρατηρούμε ότι στο διάγραμμα 4.3. τα σημεία εφάπτονται σε μία γραμμή, επομένως η υπόθεση αυτή τηρείται στο δείγμα μας.

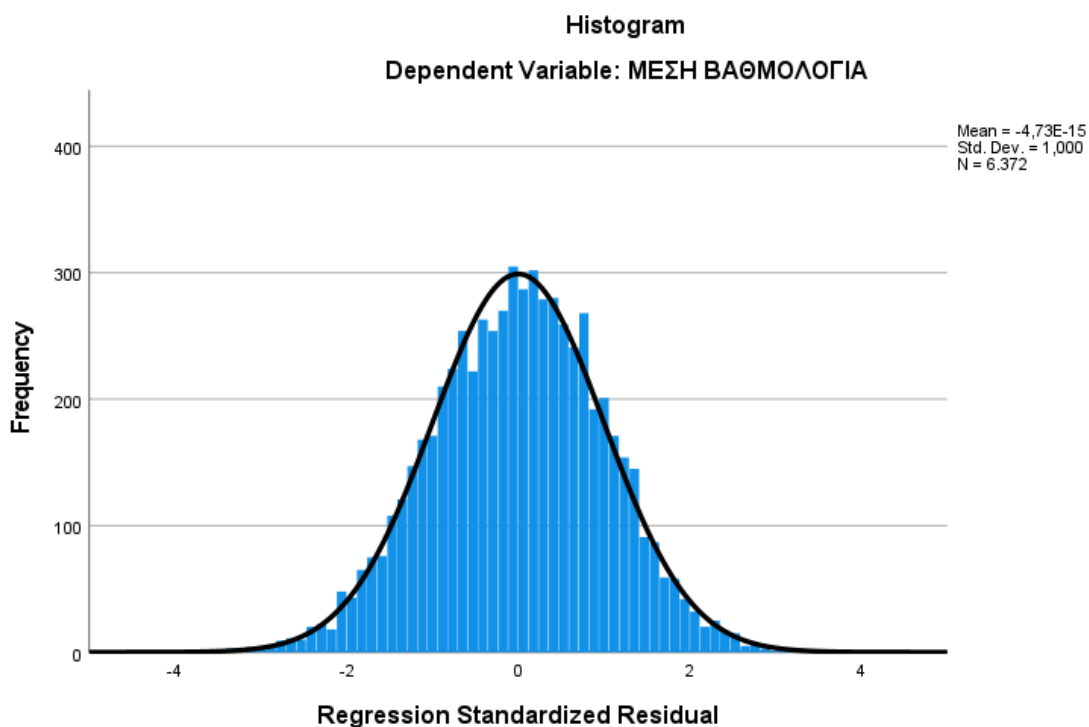
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.3.



Μέσω του ιστογράμματος τυποποιημένων καταλοίπων (διάγραμμα 4.4) μπορούμε να ελέγξουμε την κανονικότητα των καταλοίπων. Από τη μορφή του ιστογράμματος μπορούμε να συμπεράνουμε ότι και αυτή η υπόθεση πληρείται για

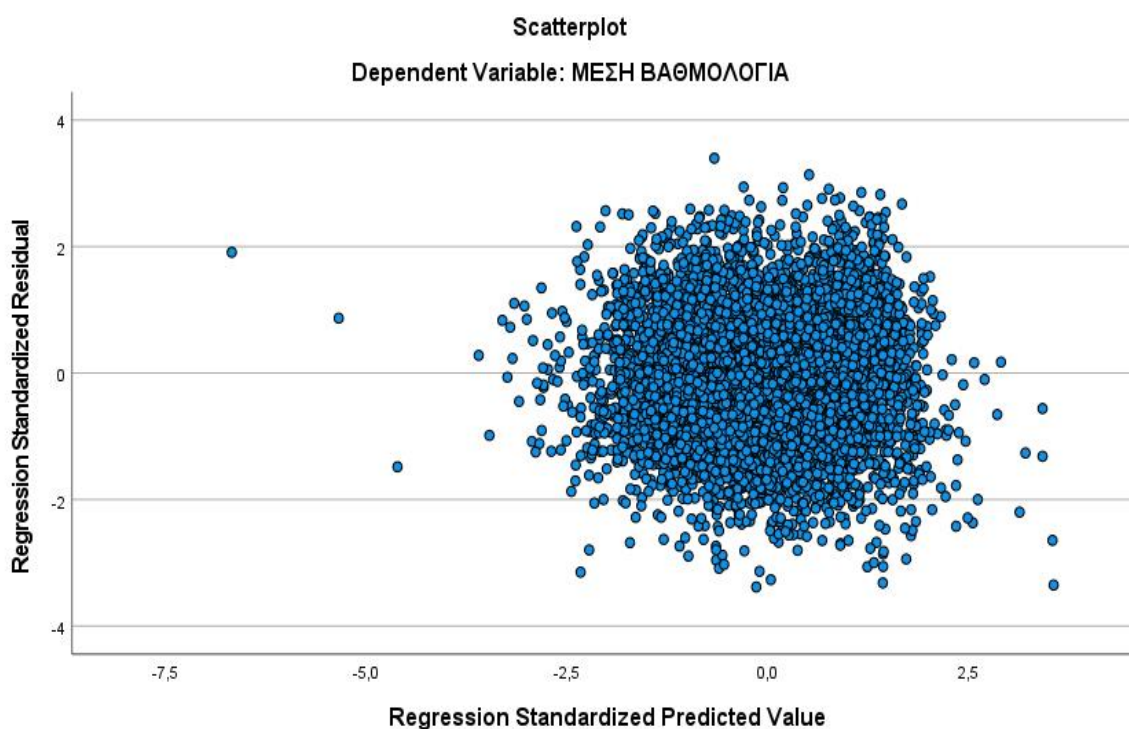
τα δεδομένα μας. Επίσης μέσω αυτού του ιστογράμματος μπορούμε να εντοπίσουμε τυχούσες ακραίες τιμές. Παρατηρούμε λοιπόν ότι δεν αντιμετωπίζουμε αυτό το πρόβλημα στα δικά μας δεδομένα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4.



Μέσω του διαγράμματος διασποράς των τυποποιημένων προβλεπόμενων τιμών και υπολοίπων (διάγραμμα 4.5) μπορούμε να ελέγξουμε την υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας των καταλοίπων. Επιθυμούμε τα σημεία να είναι ομοιόμορφα κατανομημένα γύρω από το μηδέν ,κάτι το οποίο συμβαίνει στη δική μας περίπτωση. Επομένως η υπόθεση της ομοσκεδαστικότητας τηρείται. Επίσης από το διάγραμμα μπορούμε να συμπεράνουμε ότι δεν υπάρχουν ακραίες τιμές στο δείγμα.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5.



4.5.Εξέταση συνιστωσών διακύμανσης με χρήση του μηδενικού μοντέλου

Υπάρχουν τρία διαφορετικά στάδια στην ανάπτυξη του πολυεπίπεδου μοντέλου. Τα αναπτύσσουμε σε αυτή την εργασία με την ακόλουθη σειρά: (α) δημιουργία του μηδενικού ή μη προγνωστικού μοντέλου. β) δημιουργία του μοντέλου επιπέδου 1 και (γ) δημιουργία του μοντέλου Επιπέδου 2. Το πρώτο βήμα σε μια πολυεπίπεδη ανάλυση είναι συνήθως η ανάπτυξη ενός μηδενικού μοντέλου (ή αλλιώς μοντέλου χωρίς προγνωστικούς παράγοντες). Το τελευταίο βήμα μπορεί να περιλαμβάνει το μοντέλο για την επεξήγηση των σταθερών όρων και το μοντέλο ή τα μοντέλα για την ερμηνεία των τυχαία μεταβαλλόμενων κλίσεων.

Το μηδενικό μοντέλο θα μας βοηθήσει να προσδιορίσουμε πόσο μεγάλο μέρος της διακύμανσης στην επίδοση στα μαθηματικά βρίσκεται μεταξύ των

σχολείων στο δείγμα. Το μηδενικό μοντέλο για το άτομο i στο σχολείο j μπορεί να αναπαρασταθεί ως:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + u_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (4.1)$$

Συνολικά υπάρχουν τρία αποτελέσματα προς εκτίμηση: ο σταθερός όρος, η διακύμανση των σταθερών όρων ανάμεσα στα σχολεία u_{0j} και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων ε_{ij} .

Στον πρώτο πίνακα (Πίνακας 4.4) που προκύπτει παρουσιάζεται ο συνολικός αριθμός των παραμέτρων που υπολογίζουμε (τρεις). Το αποτέλεσμα είναι το ίδιο με αυτό που παρουσιάσαμε στην Εξίσωση 4.1. Η στήλη που αναφέρεται ως <<subject variable>> υποδεικνύει τον αριθμό επιπέδων στην ανάλυση (δηλαδή, στη συγκεκριμένη περίπτωση, ο κωδικός του σχολείου υποδηλώνει ανάλυση δύο επιπέδων).

Πίνακας 4.4.

		Model Dimension^a			
		Number of Levels	Covariance Structure	Number of Parameters	Subject Variables
Fixed Effects	Intercept	1		1	
Random Effects	Intercept ^b	1	Variance Components	1	CNTSCHID
Residual				1	
Total		2		3	

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

b. As of version 11.5, the syntax rules for the RANDOM subcommand have changed. Your command syntax may yield results that differ from those produced by prior versions. If you are using version 11 syntax, please consult the current syntax reference guide for more information.

Ο Πίνακας 4.5 αναφέρει την εκτίμηση του σταθερού όρου στο μοντέλο που υπολογίζεται σε 445,34. Αυτό αντιπροσωπεύει τη μέση βαθμολογία στο μάθημα των μαθηματικών στα 419 σχολεία (και είναι κοντά στον απροσάρμοστο μέσο όρο των 457,50 για τους 6.871 μαθητές του δείγματος). Το p -value του σταθερού όρου

έχει τιμή μικρότερη του 0,05, άρα είναι στατιστικά σημαντικός για το μοντέλο, κάτι το οποίο είναι απολύτως αναμενόμενο.

Πίνακας 4.5.

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	445,347160	3,469232	222,215	128,371	<,001	438,510356	452,183965

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

Από τα αποτελέσματα του πίνακα 4.6 προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι σταθεροί όροι διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των σχολείων (Wald Z = 9,644, $p < .001$). Επίσης όπως υποδηλώνει ο πίνακας, υπάρχει σημαντική διακύμανση στις βαθμολογίες στα μαθηματικά που πρέπει να εξηγηθεί εντός των μαθητών στα σχολεία τους (Wald Z = 55,460, $p = .000$). Η διακύμανση των σταθερών όρων ανάμεσα στα σχολεία u_{0j} ισούται με 2609,76 και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων ε_{ij} ισούται με 4269,70.

Στη συνέχεια μπορούμε να υπολογίσουμε το ποσοστό διακύμανσης στις βαθμολογίες στα μαθηματικά που βρίσκεται μεταξύ των σχολείων. Αυτό το ποσοστό μπορεί να υπολογιστεί ως εξής: $[2609,76 / (2609,76 + 4269,7)] = 2609,76 / 6879,46 = 37,9\%$. Το αποτέλεσμα αυτό μας δείχνει ότι η αναλογία διακύμανσης στην βαθμολογία στα μαθηματικά που βρίσκεται μεταξύ των σχολείων είναι 0,379. Μπορούμε συνεπώς στη συνέχεια να αναπτύξουμε ένα πολυεπίπεδο μοντέλο για να ερμηνεύσουμε αυτή τη μεταβλητότητα στις βαθμολογίες εντός και μεταξύ των σχολείων.

Πίνακας 4.6

Estimates of Covariance Parameters^a

Parameter		Estimate	Std. Error	Wald Z	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Residual		4269,700603	76,987537	55,460	,000	4121,442974	4423,291395
Intercept [subject= CNTSCHID]	Variance	2609,762519	270,616323	9,644	<,001	2129,789220	3197,903501

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

4.6.Μοντέλο επιπέδου 1 (ερμηνεία μεταβλητότητας σταθερών όρων)

Στο σημείο αυτό θα δημιουργήσουμε ένα νέο μοντέλο με την εισαγωγή της ανεξάρτητης μεταβλητή ESCS (σε επίπεδο μαθητή) για να εξετάσουμε τη μεταβλητότητα των σταθερών όρων ανάμεσα στα σχολεία. Το μοντέλο αυτό είναι το εξής:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{10} * ESCS_{ij} + u_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (4.2.)$$

Στον πίνακα 4.7. υπάρχει ο συνολικός αριθμός παραμέτρων(τέσσερις) που υπολογίζει το μοντέλο. Αυτό έρχεται σε απόλυτη συμφωνία με την εξίσωση 4.2, στην οποία υπάρχουν προς εκτίμηση ο σταθερός όρος γ_{00} , η κλίση γ_{10} της μεταβλητής $ESCS_{ij}$, η διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων u_{0j} και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων ϵ_{ij} . Ο αριθμός των συνολικών επιπέδων παρουσιάζεται στη στήλη που αναφέρεται ως “Number of Levels” στον πίνακα 4.7. και περιλαμβάνει το σταθερό όρο γ_{00} , την κλίση του ESCS και τη διακύμανση επιπέδου 2 u_{0j} , η οποία περιγράφει τη διακύμανση των σταθερών όρων ανάμεσα στα σχολεία.

Πίνακας 4.7.

		Model Dimension^a			
		Number of Levels	Covariance Structure	Number of Parameters	Subject Variables
Fixed Effects	Intercept	1		1	
	ESCS	1		1	
Random Effects	Intercept ^b	1	Variance Components	1	CNTSCHID
Residual				1	
Total		3		4	

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

b. As of version 11.5, the syntax rules for the RANDOM subcommand have changed. Your command syntax may yield results that differ from those produced by prior versions. If you are using version 11 syntax, please consult the current syntax reference guide for more information.

Στον πίνακα 4.8. παρουσιάζεται η στατιστική σημαντικότητα των σταθερών συντελεστών επίδρασης. Παρατηρούμε ότι τόσο ο σταθερός όρος όσο και η κλίση του ESCS είναι στατιστικά σημαντικοί όροι εφόσον η τιμή του p-value είναι μικρότερη από 0,05. Η μεγάλη τιμή του F που αναφέρεται στη μεταβλητή ESCS υποδεικνύει ότι το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο του κάθε μαθητή συνδέεται σημαντικά με την επίδοσή του στο τεστ των μαθηματικών. Το ίδιο υποδεικνύει και η μεγάλη τιμή του F και η μικρή τιμή του p-value για το σταθερό όρο καθώς τα οποία μας οδηγούν στο συμπέρασμα να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση ότι ο σταθερός όρος είναι μηδέν.

Πίνακας 4.8.

Type III Tests of Fixed Effects^a				
Source	Numerator df	Denominator df	F	Sig.
Intercept	1	216,632	22715,213	<,001
ESCS	1	6363,399	347,452	<,001

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

Επίσης στον πίνακα 4.9. μπορούμε να δούμε και τις εκτιμήσεις των σταθερών συντελεστών επίδρασης. Η τιμή του σταθερού όρου που προσδιορίζει τη μέση επίδοση του μαθητή στο δείγμα, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι σχολικές ρυθμίσεις των μαθητών είναι περίπου 449,79 και η τιμή της κλίσης για το $ESCS_{ij}$ είναι περίπου 18,725. Εάν συγκρίνουμε την τιμή του σταθερού όρου με την αντίστοιχη του απλού γραμμικού μοντέλου, μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι δεν έχουν μεγάλη διαφορά (457,504 για το απλό γραμμικό μοντέλο και 449,79 για το μοντέλο πολυεπίπεδης παλινδρόμησης).

Αντιθέτως η τιμή του τυπικού σφάλματος παρουσιάζει μεγάλη διαφορά στα δύο μοντέλα (στο απλό γραμμικό μοντέλο η τιμή του ήταν 0,939 και στην πολυεπίπεδη παλινδρόμηση 2,9844. Όσο αφορά την κλίση για το ESCS η τιμή της στην πολυεπίπεδη παλινδρόμηση είναι 18,725 και το τυπικό σφάλμα 1,0045. Εάν συγκρίνουμε αυτές τις τιμές με αυτές του απλού γραμμικού μοντέλου θα παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μεγάλη διαφορά τόσο στην κλίση (32,548), όσο και στο τυπικό σφάλμα(1,027).

Όταν θέλουμε να ελέγξουμε εάν ένας συντελεστής παλινδρόμησης είναι στατιστικά σημαντικός για την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου μπορούμε να υπολογίσουμε το λόγο t που προκύπτει εάν διαιρέσουμε την εκτίμησή του προς το τυπικό σφάλμα (π.χ., για το ESCS στο απλό γραμμικό μοντέλο είναι $32,548/1,027 = 31,69$). Ο αντίστοιχος λόγος για την πολυεπίπεδη παλινδρόμηση είναι $18,725/1,0045=18,640$. Εάν η τιμή του λόγου t είναι σημαντικά μεγάλη η παράμετρος θεωρείται στατιστικά σημαντική για το μοντέλο, κάτι το οποίο συμβαίνει στην πολυεπίπεδη παλινδρόμηση. Παρατηρούμε λοιπόν ότι ο λόγος t μειώθηκε στην πολυεπίπεδη παλινδρόμηση, όμως η μεταβλητή ESCS παραμένει στατιστικά σημαντική για το μοντέλο.

Από τις προηγούμενες συγκρίσεις γίνεται φανερό ότι οι εκτιμήσεις των παραμέτρων και των τυπικών σφαλμάτων τους διαφέρουν στα απλά γραμμικά μοντέλα και στις πολυεπίπεδες αναλύσεις. Πολύ συχνά στις μονοεπίπεδες αναλύσεις παρατηρείται το φαινόμενο τα τυπικά σφάλματα να είναι υπερεκτιμημένα κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο αριθμό σημαντικών λόγων t . Αυτό το αποτέλεσμα θα ήταν διαφορετικό εάν είχαμε πραγματοποιήσει

πολυεπίπεδη ανάλυση. Σε αυτή την περίπτωση θα είχαμε μείωση των σφαλμάτων τύπου I, δηλαδή λάθος απόρριψης της μηδενικής υπόθεσης.

Πίνακας 4.9.

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	449,797970	2,984414	216,632	150,716	<,001	443,915764	455,680175
ESCS	18,725275	1,004571	6363,399	18,640	<,001	16,755977	20,694572

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

Στον πίνακα 4.10 παρουσιάζονται η διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων $u_{0j} = 1870,77$ και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων $\epsilon_{ij} = 4082,23$. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα αυτού του μοντέλου με του μηδενικού μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι με την εισαγωγή της ανεξάρτητης μεταβλητής ESCS (σε επίπεδο μαθητή) μειώθηκε και το u_{0j} (από 2609,76 σε 1870,77) και το ϵ_{ij} (από 4269,70 σε 4082,23). Το ποσοστό μείωσης της διακύμανσης στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων: $(4269,70 - 4082,23) / 4269,70 = 0,044$, δηλαδή η ανεξάρτητη μεταβλητή ESCS ευθύνεται για το 4,4% της μεταβλητότητας των επιμέρους βαθμολογιών ανάμεσα στα σχολεία.

Με τον ίδιο τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε το ποσοστό μείωσης της διακύμανσης των σταθερών όρων ανάμεσα στα σχολεία : $(2609,76 - 1870,77) / 2609,76 = 0,2831$. Αυτό υποδηλώνει ότι η κοινωνικό-οικονομική κατάσταση των μαθητών ευθύνεται για το 28,31% της διακύμανσης των μέσων επιδόσεων στα μαθηματικά ανάμεσα στα σχολεία.

Επίσης μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και μετά την εισαγωγή της ανεξάρτητης μεταβλητής ESCS υπάρχει ακόμα σημαντική μεταβλητότητα να εξηγηθεί εντός των σχολείων (Wald Z = 55,300, p-value = 0,000) και μεταξύ των σχολείων (Wald Z = 9,308, p-value < ,001). Για αυτό το λόγο είναι σκόπιμο να προσθέσουμε και άλλες ανεξάρτητες μεταβλητές εντός και μεταξύ των σχολείων για να ερμηνεύσουμε την υπολειπόμενη μεταβλητότητα.

Πίνακας 4.10.

Estimates of Covariance Parameters^a

Parameter		Estimate	Std. Error	Wald Z	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Residual		4082,232216	73,820339	55,300	,000	3940,081001	4229,511999
Intercept [subject = CNTSCHID]	Variance	1870,771440	200,986982	9,308	<,001	1515,554633	2309,244223

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

4.7. Μοντέλο επιπέδου 2 (ερμηνεία μεταβλητότητας σταθερών όρων)

Στη συνέχεια θα προσθέσουμε στο καινούργιο μοντέλο μεταβλητές σε επίπεδο σχολείου για να μπορέσουμε να ερμηνεύσουμε την υπολειπόμενη μεταβλητότητα στους σταθερούς όρους ανάμεσα στα σχολεία. Οι μεταβλητές που θα προσθέσουμε είναι οι εξής: ο τύπος του σχολείου [δημόσιο = 0, ιδιωτικό = 1]), το κοινωνικό υπόβαθρο των μαθητών σε επίπεδο σχολείου ESCS_mean και ο αριθμός μαθητών ανά τάξη CLSIZE. Τη ψευδομεταβλητή public [δημόσιο = 0, ιδιωτικό = 1] μπορούμε να την προσθέσουμε στο μοντέλο είτε ως κατηγορική μεταβλητή είτε ως συνεχή.

Τις υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές θα τις εισάγουμε στο μοντέλο ως συνεχείς μεταβλητές. Πρέπει να τονίσουμε ότι με την εισαγωγή των μεταβλητών επιπέδου 2, ο κάθε μαθητής έχει την ίδια τιμή της μεταβλητής με τους υπόλοιπους μαθητές του σχολείου. Το τελικό μας μοντέλο είναι το ακόλουθο:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} * public_j + \gamma_{02} * ESCS_mean_j + \gamma_{03} * CL_SIZE_j + \gamma_{10} * ESCS_{ij} + u_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (4.3)$$

Στο μοντέλο αυτό θα εισάγουμε τη μεταβλητή PUBLIC ως κατηγορική και τις υπόλοιπες ως συνεχείς. Στον πίνακα 4.11. υπάρχει ο συνολικός αριθμός παραμέτρων (επτά) που υπολογίζει το μοντέλο. Αυτό έρχεται σε απόλυτη αντιστοιχία απόλυτα με την εξίσωση 3.3, στην οποία υπάρχουν προς εκτίμηση ο σταθερός όρος γ_{00} , οι κλίσεις γ_{01} , γ_{02} και γ_{03} των ανεξάρτητων μεταβλητών σε επίπεδο σχολείου $public_j$, $ESCS_mean_j$ και CL_SIZE_j αντίστοιχα, η κλίση γ_{10} της

μεταβλητής $ESCS_{ij}$, η διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων u_{0j} και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων ε_{ij} .

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.11

		Model Dimension^a			
		Number of Levels	Covariance Structure	Number of Parameters	Subject Variables
Fixed Effects	Intercept	1		1	
	PUBLIC	2		1	
	ESCS_mean	1		1	
	CLSIZE	1		1	
	ESCS	1		1	
Random Effects	Intercept ^b	1	Variance Components	1	CNTSCHID
Residual				1	
Total		7		7	

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

b. As of version 11.5, the syntax rules for the RANDOM subcommand have changed. Your command syntax may yield results that differ from those produced by prior versions. If you are using version 11 syntax, please consult the current syntax reference guide for more information.

Στον πίνακα 4.12. παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις του σταθερού όρου γ_{00} και οι εκτιμήσεις των κλίσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών. Παρατηρώντας τον πίνακα μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι τόσο ο τύπος του σχολείου με p -value=0,774, όσο και ο αριθμός μαθητών ανά τάξη p -value=0,831 δεν είναι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για το μοντέλο. Αντιθέτως το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο τόσο σε επίπεδο μαθητή όσο και σε επίπεδο σχολείου είναι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές για το μοντέλο αφού το p -value<0,05. Με βάση τα αποτελέσματα του πίνακα 4.12 μπορούμε να γράψουμε την εξίσωση που μας δίνει την εκτίμηση της επίδοσης στα μαθηματικά του i μαθητή στο j σχολείο, η οποία είναι η παρακάτω:

$$Y_{ij}=458,04-3,27*public_j+58,08*ESCS_mean_j+0,115*CL_SIZE_j+16,67*ESCS_{ij} \quad (4.3)$$

Η τιμή του σταθερού όρου είναι 458,04 και μας δείχνει την εκτιμώμενη μέση επίδοση στα μαθηματικά όταν οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές πάρουν την τιμή 0 ($public_j = 0$, $ESCS_mean_j = 0$, $CL_SIZE_j = 0$ και $ESCS_{ij} = 0$). Εάν κρατήσουμε τις

υπόλοιπες προβλεπόμενες μεταβλητές σταθερές μπορούμε να εκτιμήσουμε τη μέση επίδοση στα μαθηματικά εάν μία ανεξάρτητη μεταβλητή αυξηθεί κατά μία μονάδα. Για παράδειγμα εάν η μεταβλητή ESCS_mean_j πάρει την τιμή 0, τότε η μέση επίδοση στα μαθηματικά εκτιμάται σε $(458,04+58,08*0=458,04)$. Εάν αυξηθεί κατά μία μονάδα κρατώντας τις υπόλοιπες σταθερές, τότε θα έχουμε αύξηση της μέσης επίδοσης στα μαθηματικά, η τιμή της οποίας εκτιμάται σε $(458,04+58,08*1=516,12)$.

Πίνακας 4.12.

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	458,042335	12,847020	227,573	35,654	<,001	432,728016	483,356654
[PUBLIC=0]	-3,273809	11,373220	212,506	-,288	,774	-25,692586	19,144969
[PUBLIC=1]	0 ^b	0
ESCS_mean	58,083733	4,909262	312,940	11,831	<,001	48,424399	67,743067
CLSIZ	,115667	,542870	226,506	,213	,831	-,954054	1,185387
ESCS	16,678726	1,032955	5990,042	16,147	<,001	14,653762	18,703689

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

b. This parameter is set to zero because it is redundant.

Παρατηρώντας τον πίνακα 4.13. μπορούμε να πούμε ότι με την εισαγωγή των τριών ανεξάρτητων μεταβλητών σε επίπεδο σχολείου μειώθηκε τόσο η διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων $u_{0j}=972,85$ όσο και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων $\epsilon_{ij}=4069,10$. Η μείωση στη διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων είναι εμφανώς μεγαλύτερη και μπορούμε να υπολογίσουμε το ποσοστό μείωσης ως εξής: $[(1870,77-972,85)/1870,77]=47,99\%$. Δηλαδή στο συγκεκριμένο μοντέλο έχουμε μία μείωση στη διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων περίπου της τάξεως του 50%.

Πίνακας 4.13.

Estimates of Covariance Parameters^a

Parameter		Estimate	Std. Error	Wald Z	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Residual		4069,102765	74,353036	54,727	,000	3925,952164	4217,473017
Intercept [subject = CNTSCHID]	Variance	972,851539	112,741308	8,629	<,001	775,180739	1220,928320

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

4.8.Εισαγωγή της ψευδομεταβλητής public στο μοντέλο ως συνεχή μεταβλητή .

Σε αυτό το βήμα θα τρέξουμε το ίδιο μοντέλο με τη μόνη διαφορά ότι το public θα την εισάγουμε ως συνεχή μεταβλητή. Τα αποτελέσματα τα παρουσιάζουμε στους παρακάτω πίνακες. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα με αυτά του προηγούμενου βήματος παρατηρούμε ότι μικρές αλλαγές εμφανίζονται μόνο στο σταθερό όρο.

Πίνακας 4.14

Model Dimension^a

		Number of Levels	Covariance Structure	Number of Parameters	Subject Variables
Fixed Effects	Intercept	1		1	
	PUBLIC	1		1	
	ESCS_mean	1		1	
	CLSIZE	1		1	
	ESCS	1		1	
Random Effects	Intercept ^b	1	Variance Components	1	CNTSCHID
Residual				1	
Total		6		7	

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

b. As of version 11.5, the syntax rules for the RANDOM subcommand have changed. Your command syntax may yield results that differ from those produced by prior versions. If you are using version 11 syntax, please consult the current syntax reference guide for more information.

Πίνακας 4.15

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	454,768526	15,720332	223,327	28,929	<,001	423,789360	485,747692
PUBLIC	3,273809	11,373220	212,506	,288	,774	-19,144969	25,692586
ESCS_mean	58,083733	4,909262	312,940	11,831	<,001	48,424399	67,743067
CLSIZE	,115667	,542870	226,506	,213	,831	-,954054	1,185387
ESCS	16,678726	1,032955	5990,042	16,147	<,001	14,653762	18,703689

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

Πίνακας 4.16

Estimates of Covariance Parameters^a

Parameter	Estimate	Std. Error	Wald Z	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Residual	4069,102765	74,353036	54,727	,000	3925,952164	4217,473017	
Intercept [subject= CNTSCHID]	Variance	972,851539	112,741308	8,629	<,001	775,180739	1220,928320

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

4.9.Εξέταση της διαφοροποίησης των κλίσεων ανάμεσα στα σχολεία

Δεδομένου ότι το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο ESCS σε επίπεδο μαθητή σχετίζεται σημαντικά με τις επιδόσεις στα μαθηματικά, θα ήταν σημαντικό να εξετάσουμε εάν η επίδρασή του διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία. Αυτό θα μπορούσε να μας βοηθήσει να εντοπίσουμε σχολεία που είναι περισσότερο (ή λιγότερο) δίκαια για μαθητές διαφορετικού κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS. Αυτή η διαφορά στις κλίσεις ανάμεσα στα σχολεία μπορεί να οφείλεται στην αλληλεπίδραση και με άλλους παράγοντες όπως είναι ο τύπος του σχολείου ή ο αριθμός των μαθητών ανά τάξη. Το βασικό μας ερώτημα είναι : οι κλίσεις του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου ESCS διαφέρουν μεταξύ των σχολείων και, εάν διαφέρουν, υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των χαρακτηριστικών του σχολικού περιβάλλοντος και αυτής της κλίσης; Σε πρώτη φάση θα ασχοληθούμε με το

παρακάτω μοντέλο για να εξετάσουμε εάν οι κλίσεις διαφέρουν ανάμεσα στα σχολεία.

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} * public_j + \gamma_{02} * ESCS_mean_j + \gamma_{03} * CL_SIZE_j + \gamma_{10} * ESCS_{ij} + u_{1j} * ESCS_{ij} + u_{0j} + \epsilon_{ij} \quad (4.4)$$

Στον πίνακα 4.17. υπάρχει ο συνολικός αριθμός παραμέτρων (οκτώ) που υπολογίζουμε με το συγκεκριμένο μοντέλο. Όπως γίνεται φανερό και από την εξίσωση 4.4, οι παράμετροι προς εκτίμηση είναι ο σταθερός όρος γ_{00} , οι κλίσεις γ_{01} , γ_{02} και γ_{03} των ανεξάρτητων μεταβλητών σε επίπεδο σχολείου $public_j$, $ESCS_mean_j$ και CL_SIZE_j αντίστοιχα, η κλίση γ_{10} της μεταβλητής $ESCS_{ij}$, η διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων u_{0j} και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων ϵ_{ij} και η διακύμανση στις κλίσεις u_1

Πίνακας 4.17.

Model Dimension^a

		Number of Levels	Covariance Structure	Number of Parameters	Subject Variables
Fixed Effects	Intercept	1		1	
	PUBLIC	1		1	
	ESCS_mean	1		1	
	CLSIZE	1		1	
	ESCS	1		1	
Random Effects	Intercept + ESCS ^b	2	Variance Components	2	CNTSCHID
Residual				1	
Total		7		8	

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

b. As of version 11.5, the syntax rules for the RANDOM subcommand have changed. Your command syntax may yield results that differ from those produced by prior versions. If you are using version 11 syntax, please consult the current syntax reference guide for more information.

Στον πίνακα 3.18. παρουσιάζονται οι εκτιμήσεις του σταθερού όρου και των κλίσεων των ανεξάρτητων μεταβλητών καθώς και η στατιστική σημαντικότητά τους. Ως προς τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών τα αποτελέσματα παραμένουν τα ίδια με το προηγούμενο μοντέλο καθώς το $p\text{-value} > 0,05$ για τις μεταβλητές $public$ και CL_SIZE , άρα και σε αυτό το μοντέλο είναι στατιστικά

ασήμαντες μεταβλητές. Επίσης το $p\text{-value} < 0,05$ για τις μεταβλητές ESCS_mean_j και ESCS_{ij}, οι οποίες παραμένουν στατιστικά σημαντικές για το μοντέλο. Επίσης παρατηρούμε ότι οι εκτιμήσεις του σταθερού όρου και των κλίσεων παρουσιάζουν πολύ μικρές διαφορές σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο.

Πίνακας 4.18.

Estimates of Fixed Effects^a

Parameter	Estimate	Std. Error	df	t	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Intercept	455,115050	15,802633	224,737	28,800	<,001	423,974764	486,255336
PUBLIC	2,953299	11,440027	214,381	,258	,797	-19,596039	25,502637
ESCS_mean	58,455696	4,957608	309,165	11,791	<,001	48,700775	68,210617
CLSIZE	,107773	,544526	226,674	,198	,843	-,965208	1,180753
ESCS	16,708085	1,118755	187,063	14,935	<,001	14,501086	18,915083

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

Σε αυτή την ανάλυση το ενδιαφέρον μας επικεντρώνεται στον πίνακα 4.19. στον οποίο παρατηρούμε ότι τόσο η διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων u_{0j} όσο και η διακύμανση στις επιμέρους βαθμολογίες εντός των σχολείων ε_{ij} έχουν μία μικρή μείωση συγκριτικά με το προηγούμενο μοντέλο. Παρατηρούμε επίσης ότι η εναπομένουσα διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων u_{0j} εξακολουθεί να παραμένει στατιστικά σημαντική καθώς το Wald $Z = 8,546$ και $p\text{-value} < 0,001$). Αυτό μας δείχνει ότι παρόλο την προσθήκη των τριών ανεξάρτητων μεταβλητών σε επίπεδο σχολείου, υπάρχει ακόμα διακύμανση στους σταθερούς όρους μεταξύ των σχολείων η οποία μπορεί να εξηγηθεί με την εισαγωγή και άλλων μεταβλητών σε επίπεδο σχολείου. Το πιο σημαντικό αποτέλεσμα αυτού του πίνακα είναι ότι η διακύμανση στις κλίσεις δεν είναι στατιστικά σημαντική (Wald $Z = 1,427$, $p\text{-value} = 0,154$). Επομένως οι κλίσεις του ESCS δεν ποικίλλουν μεταξύ των σχολείων στο δείγμα μας.

Πίνακας 4.19.

Estimates of Covariance Parameters^a

Parameter		Estimate	Std. Error	Wald Z	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Residual		4046,735225	75,151158	53,848	,000	3902,090038	4196,742213
Intercept [subject= CNTSCHID]	Variance	966,997108	113,149236	8,546	<,001	768,821087	1216,256191
ESCS [subject= CNTSCHID]	Variance	34,825758	24,413424	1,427	,154	8,814434	137,596293

a. Dependent Variable: ΜΕΣΗ ΒΑΘΜΟΛΟΓΙΑ.

4.10. Συμπεράσματα

Ο κύριος στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η διεξαγωγή μιας εις βάθος μελέτης των επιδόσεων των Ελλήνων μαθητών στο τεστ μαθηματικών στο διαγωνισμό PISA 2018. Με την εφαρμογή μοντέλων πολυεπίπεδης παλινδρόμησης στα δεδομένα του Προγράμματος Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών 2018 για την Ελλάδα, αυτή η μελέτη διερεύνησε τους παράγοντες, τόσο σε ατομικό όσο και σε σχολικό επίπεδο, που συνδέονταν με την επίδοση στα μαθηματικά. Στην αρχή διαπιστώσαμε ότι υπάρχει μεγάλη διακύμανση στους σταθερούς όρους ανάμεσα στα σχολεία, κάτι το οποίο μας δείχνει ότι η μέση επίδοση στα μαθηματικά διαφέρει ανά σχολείο. Με την εισαγωγή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών τόσο σε ατομικό όσο και σε επίπεδο σχολείου κατορθώσαμε να ερμηνεύσουμε ένα μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης στις μέσες μαθηματικές επιδόσεις των μαθητών ανάμεσα στα σχολεία. Από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήσαμε, δύο από αυτές το `public` (τύπος σχολείου) και το `CL_SIZE` (αριθμός μαθητών ανά τάξη) είναι μη στατιστικές μεταβλητές για το μοντέλο, ενώ το κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο τόσο σε ατομικό όσο και σε επίπεδο σχολείου είναι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές. Για αυτό το λόγο προχωρήσαμε σε μία περαιτέρω ανάλυση για να εξετάσουμε εάν η επίδρασή του κοινωνικοοικονομικού υπόβαθρου των μαθητών διαφοροποιείται ανάμεσα στα σχολεία, κάτι το οποίο δε συμβαίνει για τα δικά μας δεδομένα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μεθοδολογία Έρευνας και Εισαγωγή στη Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων με το IBM SPSS STATISTICS (ΜΙΛΤΙΑΔΗΣ ΧΑΛΙΚΙΑΣ, ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ ΜΑΝΩΛΕΣΣΟΥ, ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΛΑΛΟΥ)
- A Multilevel Modelling Approach to Investigating Factors Impacting Science Achievement for Secondary School Students: PISA Hong Kong Sample (Letao Sun, Kelly D. Bradley & Kathryn Akers,2012)
- Multilevel Analysis -third edition (Joop. J. Hox, Mirjam Moerbeek, Rens van de Schoot)
- Multilevel and Longitudinal Modeling with IBM SPSS –Second edition (Ronald. H. Heck, Scott. L. Thomas, Lynn. N. Tabata)
- Πολυμεταβλητή Στατιστική Ανάλυση (Δημήτρης Καρλής) , Εκδόσεις Αθ. Σταμούλη, Αθήνα 2005.
- OECD (2019b), PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>.
- OECD (2019a), PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- <http://www.iep.edu.gr/pisa>
- OECD and Westat (2016), Sampling in PISA (<http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/SAMPLINGIN-PISA.pdf>)
- <https://www.dianeosis.org>