

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ & ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Λογιστική και
Χρηματοοικονομική**



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

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Στατιστική ανάλυση και εκτίμηση των προβλεπτικών παραγόντων της επίδοσης των Ελλήνων μαθητών στις Φυσικές επιστήμες με χρήση OLS και QR μοντέλων στα δεδομένα του PISA 2018

Ηλίας Π. Κουρκουτάς

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

Ο Ηλίας Κουρκουτάς 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 προσβάλλει 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.

Στην οικογένεια μου...

...Καλαμάτα...Λουτράκι...Πόρος...Σπέτσες...

“I do not teach my students, I only provide them with the conditions in which they can learn.”

Albert Einstein

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέπων καθηγητή κύριο Στέφανο Γιακουμάτο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, για τις εποικοδομητικές συζητήσεις και την καθοδήγηση από την αρχή μέχρι το τέλος εκπόνησης αυτής της διπλωματικής εργασίας. Η συμβολή του ήταν καθοριστική ώστε να ολοκληρώσω τη παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστώ τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής για τις διορθώσεις που μου πρότειναν όπως και όλο το διδακτικό προσωπικό του μεταπτυχιακού τμήματος για τις γνώσεις που μου προσέφεραν σε αυτή τη διετή διάρκεια σπουδών.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την κατανόηση, συμπαράσταση και ψυχολογική υποστήριξη που μου προσφέρει σε κάθε νέο στόχο που θέτω.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη στα Ελληνικά.....	VIII
Περίληψη στα Αγγλικά.....	IX
Κατάλογος Γραφημάτων.....	X
Κατάλογος Πινάκων.....	XI
Συντομογραφίες.....	XII
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1: Ο ΟΟΣΑ και ο Διαγωνισμός PISA.....	3
1.1 Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ).....	3
1.2 Ο διαγωνισμός PISA.....	4
1.3. Η πορεία της Ελλάδας και των υπόλοιπων χωρών στο διαγωνισμό PISA.....	6
1.4 Ο διαγωνισμός PISA 2018.....	10
1.4.1 Οι μαθητές του PISA 2018	10
1.4.2 Ερωτηματολόγια στο PISA 2018.....	10
1.5 Φυσικές Επιστήμες–Τεχνολογία και “Επιστημονικός Εγγραμματισμός”	11
1.6 Η αξιολόγηση στις Φυσικές επιστήμες.....	12
1.6.1 Επίπεδα επιστημονικής επάρκειας.....	16
Κεφάλαιο 2: Ερευνητική ανασκόπηση και ερωτήματα.....	21
2.1 Ανασκόπηση στη βιβλιογραφία.....	21
2.2 Ερευνητικά ερωτήματα.....	31
Κεφάλαιο 3: Μεθοδολογία.....	33
3.1 Γραμμική παλινδρόμηση.....	33
3.1.1 Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων (OLS).....	35
3.1.2 Παραδοχές του γραμμικού υποδείγματος	38
3.2 Ποσοστιαία παλινδρόμηση- Quantile Regression (QR).....	38
3.2.1 Μέθοδος ποσοστιαίας παλινδρόμησης (QR).....	39
3.3 Πλεονεκτήματα Ποσοστιαίας παλινδρόμησης (QR vs OLS).....	43

Κεφάλαιο 4: Περιγραφική στατιστική δεδομένων.....	44
4.1 Δεδομένα.....	44
4.2 Μεταβλητές.....	45
4.3 Επιλογή μεταβλητών για ανάλυση.....	46
Κεφάλαιο 5: Ανάλυση δεδομένων και αποτελέσματα.....	62
5.1 Αποτελέσματα πολύπαραγοντικής παλινδρόμησης(OLS) και ανάλυση.....	62
5.2 Αποτελέσματα ποσοστιαίας παλινδρόμησης(QR) και ανάλυση.....	75
Κεφάλαιο 6: Συζήτηση, περιορισμοί και μελλοντική έρευνα.....	93
6.1 Γενικά συμπεράσματα.....	93
6.2 Περιορισμοί εργασίας και εξέλιξη για μελλοντική έρευνα.....	95
Βιβλιογραφία.....	97
Παράρτημα	101

Περίληψη

Ο διαγωνισμός PISA, ο οποίος ιδρύθηκε από τον OECD πριν μια εικοσαετία και πραγματοποιείται κάθε τρία χρόνια, αξιολογεί το βαθμό που οι μαθητές κατέχουν ικανότητες και δεξιότητες ώστε να αντιμετωπίζουν με επιτυχία προκλήσεις από την καθημερινή ζωή, χρησιμοποιώντας βασικές γνώσεις που έχουν διδαχτεί στο σχολείο. Επομένως ένας μεγάλος όγκος δεδομένων είναι διαθέσιμος για αναλύσεις που σχετίζονται με τα εκπαιδευτικά συστήματα σε παγκόσμιο επίπεδο. Ο κύριος στόχος της εργασίας αυτής ήταν να ερευνήσουμε την επίδραση των ατομικών χαρακτηριστικών και του οικογενειακού υπόβαθρου του μαθητή σε συνδυασμό με κάποια σχολικά χαρακτηριστικά (τύπος σχολείου, γεωγραφική περιοχή, πρόγραμμα σπουδών και μέγεθος της τάξης) στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Για το σκοπό της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήσαμε δεδομένα του PISA 2018 για την περίπτωση της Ελλάδας μιας και η χώρα αυτή χρήζει περαιτέρω έρευνας λόγω της διαχρονικά χαμηλής επίδοσης της. Το δείγμα αποτελούταν από 6403 Έλληνες μαθητές ηλικίας 15-16 χρονών, οι οποίοι ήταν εγγεγραμμένοι σε 242 σχολεία. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS, όπου χρησιμοποιήσαμε ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης (OLS) καθώς και τη μέθοδο ποσοστιαίας παλινδρόμησης (Quantile Regression-QR) για πιο ολοκληρωμένη μελέτη, εξετάζοντας αν οι παραπάνω μεταβλητές επιδρούν με τον ίδιο ή διαφορετικό τρόπο κυρίως μεταξύ μαθητών χαμηλής και υψηλής επίδοσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το οικογενειακό υπόβαθρο και τα χαρακτηριστικά του μαθητή επιδρούν σημαντικά στη επίδοση αλλά με διαφορετική ισχύ μεταξύ μαθητών διαφορετικής απόδοσης. Αντιθέτως το μέγεθος της τάξης έδειξε ότι δεν επιδρά στο μεγαλύτερο μέρος της κατανομής της επίδοσης. Επίσης η πρόσβαση σε υλικά αγαθά που δεν έχουν άμεση σχέση με την εκπαίδευση έδειξε αρνητική επίδραση. Τέλος το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα διακατέχεται από αρκετές ανισότητες τόσο μεταξύ διαφορετικών προγραμμάτων σπουδών όσο και μεταξύ γεωγραφικών περιοχών. Τα παραπάνω συμπεράσματα υποδεικνύουν ότι οι νομοθετικές μεταρρυθμίσεις πρέπει να είναι στοχευμένες λαμβάνοντας υπόψη τη μεταβλητότητα της μαθητικής επίδοσης με επίκεντρο τόσο τη μείωση του χάσματος μεταξύ υψηλόβαθμων και χαμηλόβαθμων μαθητών όσο και την εξάλειψη των παρατηρούμενων ανισοτήτων και με τελικό προορισμό την μετάβαση σε ένα πιο στιβαρό εκπαιδευτικό σύστημα.

Λέξεις κλειδιά: PISA 2018, Quantile Regression (QR), OLS, επιστημονικός εγγραμματισμός,

Έλληνες μαθητές

Abstract

Pisa is a program that has been developed by the OECD. The first time that appeared was in 2000. Since then it has involved more than 90 countries and around 3.000.000 students worldwide (OECD forum). They are called to participate in it every 3 years to estimate if students can face and solve problems successfully from daily living situations and to which degree can use the basic knowledge that has been acquired by the subjects that they have been taught at school. Therefore, Pisa is a very important competition. Thanks to it, researchers and policymakers have a huge source of data which is related to education systems worldwide. The main goal of this paper was to investigate the determinants of student performance. In particular, how students' characteristics, family background, and some school characteristics (type of school, geographic region, curriculum, and class size) affect science performance. For this paper, we used PISA 2018 data for the case of Greece, as this country requires further research because Greek students perform below the average mean across OECD countries. The sample consisted of 6403 Greek students aged 15-16, who were enrolled in 242 schools. The analysis was carried out with the SPSS statistical program using multiple regression models (OLS) as well as Quantile Regression (QR) method for a more comprehensive study to evaluate whether the above variables affect in the same or different way on low and high-achieving students. Results indicated that family background and student characteristics affect students' performance significantly but to a different degree between high and low-performing students. In contrast, class size was shown to not affect almost the entire performance distribution. Moreover, access to material goods not directly related to education showed a negative effect, instead, the socioeconomic status of the family (ESCS) is a strong positive predictor of scientific literacy. Finally, the Greek education system suffers from several disparities both between different study programs and geographical regions. The above conclusions indicate that educational legislative reforms should be targeted and take into account the variance of student achievement with a focus to reduce the gap between high and low-performing students, which will lead to a robust education system.

Keywords: PISA 2018, Quantile Regression (QR), OLS, scientific literacy, Greek students

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ

Γράφημα 1.	Χώρες που συμμετέχουν στον διαγωνισμό	4
Γράφημα 2.	Μέση επίδοση PISA από 2006-2018.....	7
Γράφημα 3.	Μέση επίδοση όλων των χωρών στο PISA 2018	9
Γράφημα 4.	Πλαίσιο αξιολόγησης του PISA.....	14
Γράφημα 5.	Παράδειγμα θέματος στις επιστήμες	15
Γράφημα 6.	Ποσοστιαία κατανομή μαθητών στα επίπεδα εγγραμματισμού.....	20
Γράφημα 7.	Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης (1).....	34
Γράφημα 8.	Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης (2).....	37
Γράφημα 9.	Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης στο Q_3 τεταρτημόριο.....	40
Γράφημα 10.	Συνάρτηση κόστους(loss function).....	42
Γράφημα 11.	OLS & QR-παλινδρόμηση στα σημεία $q=0.1,0.5,0.9$	42
Γράφημα 12.	Box-plot μέσης επίδοσης.....	48
Γράφημα 13.	Box-plots ποσοτικών μεταβλητών.....	51
Γράφημα 14.	Κυκλικό διάγραμμα φύλου	52
Γράφημα 15.	Ράβδο γράμμα μεταναστευτικού υπόβαθρου.....	53
Γράφημα 16.	Κυκλικό διάγραμμα μαθητών - πρόσθετα μαθήματα.....	54
Γράφημα 17.	Κατανομή μαθητών στις 6 κλάσεις διαθεσιμότητας βιβλίων	55
Γράφημα 18.	Ποσοστιαία κατανομή μαθητών στις 4 κλάσεις διαθεσιμότητας βιβλίων.....	56
Γράφημα 19.	Ποσοστιαία κατανομή μαθητών ανά γεωγραφική περιοχή.....	57
Γράφημα 20.	Κατανομή μαθητών βάσει του προγράμματος σπουδών.....	58
Γράφημα 21.	Κυκλικό διάγραμμα ποσοστιαίας κατανομής μαθητών ανά τύπο σχολείου.....	59
Γράφημα 22.	Κατανομή των μαθητών που φοιτούν σε τάξη με διαφορετικό μέγεθος.....	60
Γράφημα 23.	Ποσοστιαία κατανομή των μαθητών - μέγεθος τάξη.....	61
Γράφημα 24.	P-P plot τυποποιημένων καταλοίπων.....	63
Γράφημα 25.	Ιστόγραμμα & Q-Q plot τυποποιημένων καταλοίπων.....	64
Γράφημα 26.	Διάγραμμα διασποράς των τυποποιημένων υπολοίπων.....	65
Γράφημα 27.	Συντελεστές β των μεταβλητών Cultpross και Μέγεθος τάξης.....	78
Γράφημα 28.	Προβλεπτικές ευθείες επίδοσης - δείκτη ESCS.....	82
Γράφημα 29.	Εκτιμώμενη επίδοση για διαφορετικό αριθμό βιβλίων.....	86
Γράφημα 30.	Συντελεστές β των ανεξάρτητων μεταβλητών.....	92

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Επίδοση χωρών στον διαγωνισμό 2006-2018.....	6
Πίνακας 2: Ποσοστιαία κατανομή στα επίπεδα επάρκειας του PISA 2018.....	17
Πίνακας 3: Αληθοφανείς τιμές στις θετικές επιστήμες(PV).....	47
Πίνακας 4: PV_SCIENCE_MEAN.....	48
Πίνακας 5 : Ανεξάρτητες scale μεταβλητές.....	50
Πίνακας 6: Φύλο μαθητή.....	52
Πίνακας 7: Μεταναστευτικό υπόβαθρο.....	53
Πίνακας 8: Κατανομή μαθητών που παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα.....	54
Πίνακας 9: Κατανομή μαθητών στις 6 κλάσεις διαθεσιμότητας βιβλίων στο σπίτι.....	55
Πίνακας 10: Κατανομή μαθητών στις διάφορες κατηγορίες	56
Πίνακας 11: Κατανομή μαθητών βάσει της γεωγραφικής περιοχής που ανήκει το σχολείο.....	57
Πίνακας 12: Κατανομή μαθητών βάσει του προγράμματος σπουδών.....	58
Πίνακας 13: Κατανομή μαθητών ανά τύπο σχολείου.....	59
Πίνακας 14: Κατανομή μαθητών βάσει του αριθμού μαθητών στη τάξη.....	61
Πίνακας 15: Συσχετίσεις Pearson (1).....	63
Πίνακας 16: Αποτελέσματα τεστ κανονικότητας.....	64
Πίνακας 17: Τιμές VIF και Tolerance.....	66
Πίνακας 18: Απονα και Model Summary (1).....	67
Πίνακας 19: Αποτελέσματα πολυπαραγοντικής γραμμικής παλινδρόμησης (1).....	68
Πίνακας 20 : Απονα και Model Summary (2).....	70
Πίνακας 21: Αποτελέσματα πολυπαραγοντικής παλινδρόμησης (2).....	71
Πίνακας 22 : Αποτελέσματα QR ανάλυσης (Model 1).....	77
Πίνακας 23: Χαρακτηριστικά QR μοντέλου 2.....	79
Πίνακας 24 : Αποτελέσματα QR ανάλυσης (Model 2).....	80
Πίνακας 25: Εκτιμώμενες τιμές επίδοσης για δυο ακραία επίπεδα στον δείκτη ESCS.....	82
Πίνακας 26: Προβλεπτικές τιμές επίδοσης για διάφορα επίπεδα αριθμού βιβλίων.....	85

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΟΟΣΑ	Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών
PISA	Program International Student Assessment
OLS	Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων
QR	Quantile Regression
PV	Plausible Value- αληθοφανείς τιμές
ΕΠΑΛ	Επαγγελματικό Λύκειο
STEM	Μαθήματα των φυσικών επιστήμων, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών
PISA	Programme for International Student Assessment

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εκπαίδευση και γενικότερα η παιδεία που αποκτά ένα άτομο τις πρώτες δεκαετίες της ζωής του διαμορφώνει την προσωπικότητά του, του προσφέρει γνώσεις και αναπτύσσει την κριτική του σκέψη εμπλουτίζοντας το με τα απαραίτητα εφόδια ώστε να ενταχτεί στην κοινωνία και στην αγορά εργασίας ως ενεργός πολίτης. Όταν οι πολίτες μιας χώρας διαμορφώνουν την προσωπικότητά με τον βέλτιστο τρόπο μέσα στην οικογένεια και στους τομείς του εκπαιδευτικού συστήματος, όχι μόνο όσο αφορά την απόκτηση γνώσεων αλλά σαν ευρύτερη έννοια της σωστής σκέψης και παιδείας, κάτι τέτοιο μελλοντικά θα έχει θετικό αντίκτυπο στην πρόοδο της χώρας όπου ζουν.

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι η οικονομική, η κοινωνική και πολιτισμική ανάπτυξη μιας χώρας και γενικά η νοοτροπία ενός λαού συνδέονται άμεσα με την εκπαίδευση και την στιβαρότητα του εκπαιδευτικού συστήματος. Ο υψηλότερος βαθμός εκπαίδευσης, με τη γενικότερη έννοια, συνδέεται άμεσα με την κοινωνική ανάπτυξη, οικονομική ανεξαρτησία του ατόμου, τη μείωση της ανεργίας και εγκληματικότητας και γενικότερα αύξηση της ατομικής και συλλογικής ευημερίας της κοινωνίας .

Για τον παραπάνω λόγο πολλές χώρες παρακολουθούν διαχρονικά την επίδοση των μαθητών για να αξιολογήσουν σε τι βαθμό είναι εφικτός ο παραπάνω στόχος. Οι διεθνείς αξιολογήσεις μπορούν να επεκτείνουν και να εμπλουτίσουν την εθνική εικόνα παρέχοντας ένα ευρύτερο πλαίσιο ερμηνείας της εθνικής επίδοσης. Μπορούν να υποδείξουν τι είναι δυνατό στην εκπαίδευση, τόσο ως προς την ποιότητα των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων όσο και ως προς την ισότητα στην κατανομή των ευκαιριών μάθησης. Μπορούν να υποστηρίξουν στόχους πολιτικής με τη θέσπιση μετρήσιμων στόχων που επιτυγχάνονται από άλλα συστήματα και βοηθούν στη χάραξη τροχιών για μεταρρυθμίσεις. Μπορούν επίσης να βοηθήσουν τις χώρες να λύσουν τα δικά τους σχετικά δυνατά και αδύνατα σημεία και να παρακολουθήσουν την πρόοδο. Ως απάντηση στην ανάγκη για συγκρίσιμα στοιχεία σε εθνικό επίπεδο σχετικά με τις επιδόσεις των μαθητών, ο Οργανισμός Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) ξεκίνησε το Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση Μαθητών (PISA) πριν δυο δεκαετίες (OECD, 2013).

Ο κύριος σκοπός της διατριβής αυτής είναι να μελετηθεί η επίδοση των Ελλήνων μαθητών στον πιο πρόσφατο διαγωνισμό PISA (2018) στο πεδίο των φυσικών επιστήμων. Πιο συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια να ερευνηθεί σε τι βαθμό εξαρτάται η επίδοση από μεταβλητές που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του μαθητή (όπως οικογενειακό υπόβαθρο,

φύλο, κοινωνικοοικονομική θέση) και χαρακτηριστικά του εκπαιδευτικού συστήματος (όπως εκπαιδευτικό πρόγραμμα παρακολουθούσης, είδος σχολείου, περιοχή σχολείου κ.α.) εξάγοντας συμπεράσματα για τις μεταβλητές που επιδρούν ή όχι στην επίδοση των μαθητών.

Τέλος ένα σημαντικό ερώτημα είναι αν οι μεταβλητές αυτές επιδρούν με τον ίδιο ή διαφορετικό τρόπο κατά μήκος της κατανομής της μαθητικής επίδοσης και αν επηρεάζουν διαφορετικά τους χαμηλόβαθμους και υψηλόβαθμους μαθητές, κάτι το οποίο μελετήθηκε επίσης.

Στο **Κεφάλαιο 1** έγινε μια αναφορά για τον οργανισμό οικονομικής συνεργασίας και ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) και το Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση μαθητών (PISA) που πρωτοξεκίνησε το 2000 και πραγματοποιείται κάθε τριετία. Περιγράφηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά του PISA και η επίδοση των χωρών που συμμετέχουν σε αυτόν καθώς και η πορεία των Ελλήνων μαθητών. Επικεντρωθήκαμε στο τελευταίο διαγωνισμό PISA 2018 και αναπτύχθηκε η έννοια του επιστημονικού εγγραμματισμού καθώς ήταν το επίκεντρο της εργασίας αυτής. Στο **Κεφάλαιο 2** έγινε μια ανασκόπηση στη βιβλιογραφία παρουσιάζοντας προηγούμενες έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σε παγκόσμια κλίμακα καθώς και τα αποτελέσματα που έχουν προκύψει όσο αφορά τον διαγωνισμό αυτό και τη βάση δεδομένων που έχει δημιουργήσει. Τέλος διατυπώθηκαν τα ερευνητικά ερωτήματα γύρω από τα οποία θα κινηθεί η στατιστική ανάλυση της δικής μας εργασίας. Στη συνέχεια στο **Κεφάλαιο 3** έγινε μια αναφορά στο θεωρητικό υπόβαθρο της μεθοδολογίας που ακολουθήσαμε για την στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Στο **Κεφάλαιο 4** πραγματοποιήθηκε μια περιγραφική στατιστική των δεδομένων, των μεταβλητών που χρησιμοποιήσαμε, ο λόγος της επιλογής και οι μετατροπές που πραγματοποιήθηκαν. Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάστηκε η ανάλυση των δεδομένων και τα αποτελέσματα της εργασίας. Τέλος στο **Κεφάλαιο 6** διατυπώθηκαν τα γενικά συμπεράσματα της εργασίας αυτής, κάποιιοι περιορισμοί που είχαμε και διατυπώθηκαν κάποιες προτάσεις για μελλοντική έρευνα και εξέλιξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 : Ο ΟΟΣΑ και ο διαγωνισμός PISA

1.1 Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ)

Ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) είναι ένας διεθνής οργανισμός που εργάζεται για τη χάραξη καλύτερων πολιτικών για μια καλύτερη ζωή. Ο κύριος στόχος του ΟΟΣΑ είναι η διαμόρφωση πολιτικών που προάγουν την ισότητα, τις ίσες ευκαιρίες και την ευημερία για όλους. Με 60 χρόνια εμπειρίας και γνώσεων γίνεται μια προσπάθεια μέσα από παγκόσμιες έρευνες για την καλύτερη προετοιμασία του κόσμου του αύριο (OECD forum).

Μαζί με τις κυβερνήσεις, τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής και τους πολίτες, ο ΟΟΣΑ εργάζεται για τη θέσπιση διεθνών προτύπων βασισμένων σε τεκμήρια και την εξεύρεση λύσεων σε μια σειρά κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών προκλήσεων. Από τη βελτίωση των οικονομικών επιδόσεων και τη δημιουργία θέσεων εργασίας έως την ενίσχυση της ισχυρής εκπαίδευσης και την καταπολέμηση της διεθνούς φοροδιαφυγής, παρέχει ένα μοναδικό φόρουμ και κόμβο γνώσης για δεδομένα και αναλύσεις, ανταλλαγή εμπειριών με επίκεντρο την ανεύρεση βέλτιστων πρακτικών και συμβουλές για δημόσιες πολιτικές και διεθνή πρότυπα (OECD, 2018).

Ο ΟΟΣΑ αποτελείται από περίπου 38 χώρες-μέλη και σε κάθε έρευνα που διενεργεί συμμετέχει και ένα μεγάλος αριθμός χωρών από όλο τον κόσμο. Κάποιες χώρες μέλη είναι η Ιαπωνία, Καναδάς, Γερμανία, Ιταλία, Ελλάδα¹, Φιλανδία, Κολομβία, ΗΠΑ, Μεξικό, Τουρκία, Ισραήλ κ.α. Επιπλέον κάποιες από τις συμμετέχουσες χώρες είναι η Κίνα, Αλβανία, Αργεντινή, Βραζιλία κ.α. (OECD, 2019b).

¹ Η Ελλάδα είναι μέλος του ΟΟΣΑ από 27 Σεπτεμβρίου 1961

Map of PISA countries and economies



OECD member countries

Australia
Austria
Belgium
Canada
Chile
Colombia
Czech Republic
Denmark
Estonia
Finland
France
Germany
Greece
Hungary
Iceland
Ireland
Israel
Italy
Japan
Korea
Latvia
Lithuania
Luxembourg
Mexico
Netherlands
New Zealand
Norway
Poland
Portugal
Slovak Republic
Slovenia
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
United Kingdom
United States*

Partner countries and economies in PISA 2018

Albania
Argentina
Baku (Azerbaijan)
Belarus
Bosnia and Herzegovina
Brazil
Brunei Darussalam
B-S-J-Z (China)**
Bulgaria
Costa Rica
Croatia
Cyprus
Dominican Republic
Georgia
Hong Kong (China)
Indonesia
Jordan
Kazakhstan
Kosovo
Lebanon
Macao (China)
Malaysia
Malta
Republic of Moldova
Montenegro
Morocco
Republic of North Macedonia
Panama
Peru
Philippines
Qatar
Romania
Russian Federation
Saudi Arabia
Serbia
Singapore
Chinese Taipei
Thailand
Ukraine
United Arab Emirates
Uruguay
Viet Nam

Partner countries and economies in previous cycles

Algeria
Azerbaijan
Guangdong (China)
Himachal Pradesh (India)
Kyrgyzstan
Liechtenstein
Mauritius
Miranda (Venezuela)
Tamil Nadu (India)
Trinidad and Tobago
Tunisia

* Puerto Rico participated in the PISA 2015 assessment (as an unincorporated territory of the United States).

** B-S-J-Z (China) refers to four PISA 2018 participating Chinese provinces/municipalities: Beijing, Shanghai, Jiangsu and Zhejiang. In PISA 2015, the four PISA participating Chinese provinces/municipalities were: Beijing, Shanghai, Jiangsu and Guangdong.

Γράφημα 1: Χώρες που συμμετέχουν στον διαγωνισμό
Πηγή: OECD, 2019b

1.2 Ο διαγωνισμός PISA

Ο Οργανισμός Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) ξεκίνησε το Πρόγραμμα για τη Διεθνή Αξιολόγηση Φοιτητών (PISA) το 1997 και πλέον χρησιμοποιείται ως εργαλείο αξιολόγησης σε πολλές περιοχές σε όλο τον κόσμο. Ο διαγωνισμός PISA πρωτοεμφανίστηκε το 2000 με κύριο γνωστικό αντικείμενο τον αναγνωστικό αναλφαβητισμό. Από το 2000, στο διαγωνισμό αυτό έχουν συμμετάσχει περισσότερους από 90 χώρες και γύρω 3.000.000 φοιτητές σε όλο τον κόσμο. Αρχικά εφαρμόστηκε σε 43 χώρες και οικονομίες σε όλο το πλανήτη, 41 στη δεύτερη αξιολόγηση (2003), 57 στην τρίτη αξιολόγηση (2006), 75 στην τέταρτη αξιολόγηση (65 το 2009 και 10 το 2010), 65 στην πέμπτη αξιολόγηση (2012) και 72 στην έκτη αξιολόγηση (2015). Το 2018, 79 χώρες και οικονομίες συμμετείχαν στο PISA (OECD forum).

Ο διαγωνισμός αυτός έχει ως κύριο στόχο να εξετάσει και διερευνήσει πόσο καλά ο μαθητής στο τέλος της υποχρεωτικής σχολικής του εκπαίδευσης έχει αποκτήσει τις κατάλληλες δεξιότητες και κριτική σκέψη ώστε να είναι έτοιμος να αντιμετωπίσει με επιτυχία τις προκλήσεις που θα του παρουσιαστούν μετέπειτα στη κοινωνία και στον τομέα εργασίας. Επομένως το PISA εστιάζει στην ικανότητα των νέων να χρησιμοποιούν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους για να αντιμετωπίσουν τις πραγματικές προκλήσεις. Αυτός ο προσανατολισμός αντικατοπτρίζει μια αλλαγή στους στόχους των προγραμμάτων σπουδών, τα οποία ασχολούνται όλο και περισσότερο με το τι μπορούν να κάνουν οι μαθητές με αυτά που μαθαίνουν στο σχολείο και όχι μόνο με το αν έχουν κατακτήσει συγκεκριμένο περιεχόμενο του προγράμματος σπουδών (OECD, 2020b).

Το PISA έχει σχεδιαστεί για να συλλέγει πληροφορίες μέσω τριετών αξιολογήσεων και παρουσιάζει δεδομένα σχετικά με τη γνώση και τις δεξιότητες των μαθητών σε συγκεκριμένα πεδία όπως, στην ανάγνωση, τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες. Συνδυάζει την αξιολόγηση των παραπάνω γνωστικών πεδίων με πληροφορίες για το οικογενειακό υπόβαθρο των μαθητών, τις προσεγγίσεις τους στη μάθηση, το περιβάλλον στο οποίο μεγαλώνουν και την εξοικείωσή τους με τους υπολογιστές. Ως εκ τούτου, το PISA παρέχει πληροφορίες για τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων στο σπίτι και στο σχολείο, και εξετάζει πώς αλληλεπιδρούν αυτοί οι παράγοντες και τι επιπτώσεις έχουν στην ανάπτυξη πολιτικής (OECD, 2019a).

Οι μαθητές που συμμετέχουν στον διαγωνισμό αυτό έχουν ηλικία μεταξύ 15-16 χρόνων. Αυτή η ηλικία έχει επιλεγεί γιατί τότε οι μαθητές είναι κοντά στο τέλος ή έχουν μόλις τελειώσει την υποχρεωτική εκπαίδευση, κάτι το οποίο είναι κοινό σε παγκόσμιο επίπεδο. Επομένως και σύμφωνα με το γεγονός ότι τα εκπαιδευτικά συστήματα δεν είναι ομοιόμορφα παγκοσμίως ένα αξιόπιστο κριτήριο είναι η ηλικία. Αυτό το κριτήριο επιλογής τέθηκε αφενός για να υπάρχει μια ομοιομορφία όσο αφορά την ηλικία των μαθητών, με ότι αυτό συνεπάγεται για την νοητική ανάπτυξη των παιδιών, ώστε να έχουμε πιο αξιόπιστα και συγκρίσιμα αποτελέσματα και αφετέρου επειδή αυτή είναι μια κρίσιμη ηλικία αφού στο βραχυπρόθεσμο μέλλον δίνεται η ευκαιρία σε ένα ποσοστό μαθητών να εγκαταλείψουν το σχολείο και να αναζητήσουν μια θέση στην αγορά εργασίας (OECD, 2019b).

1.3 Η πορεία της Ελλάδας και των υπόλοιπων χωρών στο διαγωνισμό PISA

Η Ελλάδα που κατατάσσεται στις χώρες του ΟΑΣΑ συμμετέχει στον συγκεκριμένο διαγωνισμό από την πρώτη φορά που πραγματοποιήθηκε το 2000 και στη συνέχεια το 2003, 2006, 2009, 2012, 2015, 2018 και στο διαγωνισμό του 2022 που πραγματοποιήθηκε αυτό το έτος. Σε αυτή την πορεία των 7 προηγούμενων διαγωνισμών² και στα τρία γνωστικά αντικείμενα καταλαμβάνει τις τελευταίες θέσεις μεταξύ των χωρών του ΟΑΣΑ με βαθμολογία κάτω από τον μέσο όρο. Ο διαγωνισμός του 2018 είχε σαν κύριο αντικείμενο τον αναγνωστικό αναλφαβητισμό ενώ ο διαγωνισμός του 2022 τις μαθηματικές επιστήμες.

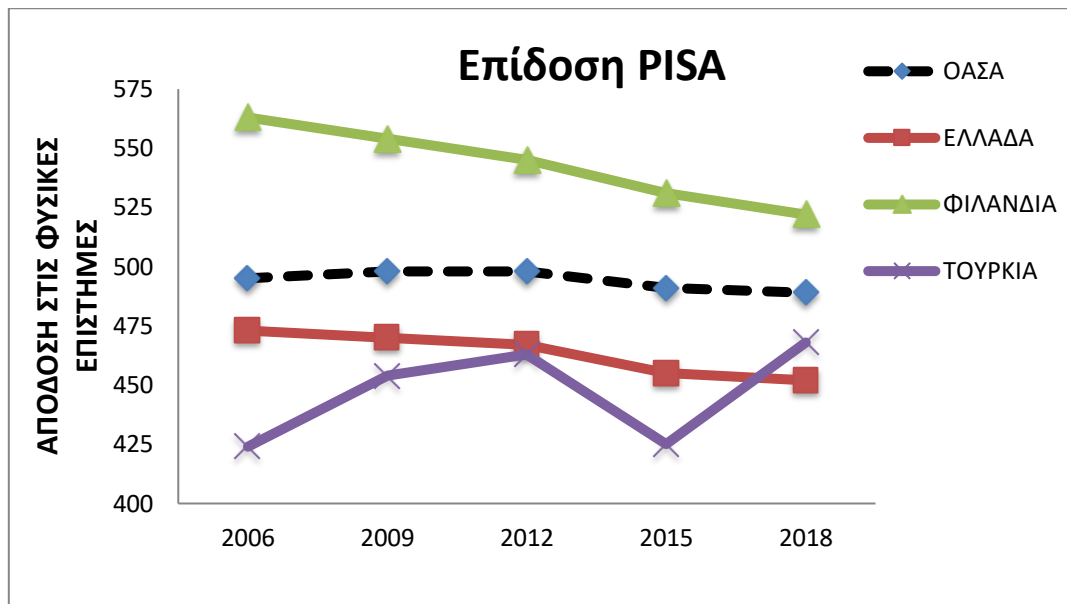
Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζεται η πορεία της Ελλάδας όσο αφορά τις φυσικές επιστήμες από το 2006 μέχρι το 2018 και συγκρίνεται με την πορεία άλλων δυο χωρών, την Τουρκία, Φιλανδία και το μέσο όρο των χωρών του ΟΑΣΑ στις φυσικές επιστήμες.

Πίνακας 1: Επίδοση χωρών στον διαγωνισμό 2006-2018

Πηγή : Ίδια επεξεργασία

ΕΤΟΣ	ΟΑΣΑ	ΕΛΛΑΔΑ	ΦΙΛΑΝΔΙΑ	ΤΟΥΡΚΙΑ
2006	495	473	563	424
2009	498	470	554	454
2012	498	467	545	463
2015	491	455	531	425
2018	489	452	522	468

² Τα αποτελέσματα του Pisa2022 δεν έχουν ανακοινωθεί ακόμα καθώς ο διαγωνισμός αυτός έλαβε μέρος τους μήνες Απρίλιο-Μάιο του 2022.



Γράφημα 2. Μέση επίδοση PISA από 2006-2018

Πηγή: Ίδια επεξεργασία

Η Τουρκία είναι μια χώρα που έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο στον διαγωνισμό αυτό. Είναι αξιοσημείωτο ότι, αντίθετα με ότι συνέβαινε σε προηγούμενες έρευνες, στην έρευνα του 2018 οι μαθητές από την Τουρκία πέτυχαν καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με τους Έλληνες μαθητές όχι μόνο στις φυσικές επιστήμες αλλά και στα τρία γνωστικά αντικείμενα. Η Τουρκία είναι μία από τις χώρες που έχει εμφανίσει σημαντική βελτίωση τα τελευταία χρόνια, επειδή διπλασίασε το ποσοστό των 15χρονων παιδιών της που εγράφησαν στο σχολείο, από 36% το 2003 σε 73% το 2018. Επιπρόσθετα η Φιλανδία είναι μια χώρα που κατατάσσεται στις πρώτες θέσεις στις φυσικές επιστήμες στον διαγωνισμό PISA με το εκπαιδευτικό της σύστημα να θεωρείται πρότυπο παγκοσμίως. Από την άλλη πλευρά οι Έλληνες μαθητές αποδίδουν κάτω του μέσου όρου των χωρών του ΟΑΣΑ καταλαμβάνοντας τις τελευταίες θέσεις χωρίς να έχουν σημειώσει κάποια αισθητή πρόοδο κατά την διάρκεια των 7 διαγωνισμών που έχουν πραγματοποιήσει (OECD, 2019b).

Το 2018 οι Έλληνες μαθητές και μαθήτριες πέτυχαν χαμηλές επιδόσεις και στα τρία γνωστικά αντικείμενα. Ανάμεσα στις 78 χώρες που συμμετείχαν (77 στην κατανόηση κειμένου γιατί στην Ισπανία δεν αποδόθηκε βαθμολογία) καταταγήκαν 42^{οι} στην κατανόηση κειμένου (με μέσο όρο 457 μονάδες), 44^{οι} στα μαθηματικά (με 451 μονάδες) και 44^{οι} στις φυσικές επιστήμες (452 μονάδες). Παρομοίως με τα στοιχεία του 2015, το πρόβλημα στις επιδόσεις των Ελλήνων δεν έχει σχέση μόνο με τον μέσο όρο. Το ποσοστό των Ελλήνων μαθητών που πετυχαίνουν πολύ υψηλές επιδόσεις είναι εξαιρετικά χαμηλό (συγκριτικά με τις περισσότερες άλλες χώρες), ενώ το ποσοστό των μαθητών που δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν ούτε σε

βασικές ερωτήσεις είναι εξαιρετικά υψηλό. Το 2018 μόλις το 6,2% των Ελλήνων μαθητών πέτυχε πολύ υψηλές επιδόσεις τουλάχιστον σε ένα γνωστικό αντικείμενο (από 6,8% το 2015). Αντιθέτως στις άλλες χώρες του ΟΟΣΑ το ποσοστό των μαθητών πολύ υψηλών επιδόσεων είναι 15,7%, στη Σιγκαπούρη 43,3%, στην Εσθονία 22,5%, στη Γαλλία 15,9% και στην Πορτογαλία 15,2%. Αντίστοιχα, όπως και στην προηγούμενη έρευνα, και το 2018 2 στους 10 μαθητές δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σε απλά και βασικά προβλήματα και στα τρία γνωστικά αντικείμενα -ποσοστό μεγαλύτερο από αυτό της Τουρκίας, της Σλοβακίας και της Κροατίας, μεταξύ άλλων (OECD, 2019d).

Όπως και τις προηγούμενες χρονιές, τις πρώτες θέσεις στις επιδόσεις του PISA τις καταλαμβάνουν οι μαθητές από την Κίνα (οι μαθητές αυτοί λόγω του μεγάλου πληθυσμού είναι χωρισμένοι σε τέσσερις διαφορετικές γεωγραφικές ομάδες (και οι τέσσερις κατατάσσονται στο top-5), τη Σιγκαπούρη, την Ιαπωνία, την Κορέα, τον Καναδά, τις ΗΠΑ και τις χώρες της Ωκεανίας και της βόρειας Ευρώπης. Στην Ευρώπη, τις καλύτερες επιδόσεις έχει η Εσθονία, μαζί με την Φινλανδία και την Ιρλανδία. Σύμφωνα λοιπόν με την εκτίμηση των ερευνητών ότι η φοίτηση στο σχολείο για ένα σχολικό έτος βελτιώνει τις επιδόσεις ενός μαθητή κατά περίπου 38 μονάδες, παρατηρεί κανείς πως ο μέσος 15χρονος Έλληνας μαθητής έχει περίπου τις γνώσεις και τις ικανότητες του μέσου 12χρονου μαθητή από τις χώρες των πρώτων θέσεων. Αυτή η πορεία της Ελλάδας δημιουργεί ερωτήματα που χρίζουν περαιτέρω έρευνας ώστε να προσδιοριστούν οι λόγοι στους οποίους οφείλεται αυτή η τάση της επίδοσης (OECD, 2019d).

Το 2018, η μέση βαθμολογία ανάγνωσης μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ ήταν 487 μονάδες ενώ η μέση βαθμολογία στα μαθηματικά και τις θετικές επιστήμες ήταν 489 μονάδες. Στην ανάγνωση, το Πεκίνο, η Σαγκάη, το Jiangsu και το Zhejiang (Κίνα) (B-S-J-Z [Κίνα]) (555 βαθμοί) και η Σιγκαπούρη (549 βαθμοί) σημείωσαν σημαντικά υψηλότερη βαθμολογία από όλες τις άλλες χώρες/οικονομίες που συμμετείχαν στο PISA 2018. Στα μαθηματικά και στην επιστήμη, την υψηλότερη μέση επίδοση πέτυχαν μαθητές στο B-S-J-Z (Κίνα) (591 βαθμοί στα μαθηματικά και 590 βαθμοί στις επιστήμες) και τη δεύτερη υψηλότερη μέση επίδοση οι μαθητές από τη Σιγκαπούρη με 569 βαθμούς στα μαθηματικά και 551 βαθμοί στις επιστήμες (OECD, 2019d).

Είκοσι χώρες και οικονομίες επιδόθηκαν πάνω από τον μέσο όρο του ΟΟΣΑ και στους τρεις τομείς (ανάγνωση, μαθηματικά και επιστήμη). Το B-S-J-Z (Κίνα) και η Σιγκαπούρη ήταν τα εκπαιδευτικά συστήματα με τις υψηλότερες επιδόσεις: και στα τρία μαθήματα, η μέση βαθμολογία τους ήταν πάνω από 50 μονάδες πάνω από τη μέση βαθμολογία στις χώρες του

ΟΟΣΑ. Στην ανάγνωση, η Εσθονία, ο Καναδάς, η Φινλανδία και η Ιρλανδία ήταν οι χώρες του ΟΟΣΑ με τις υψηλότερες επιδόσεις (OECD, 2019b; OECD, 2019c).

Στη παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η μέση βαθμολογία όλων των χωρών κ στα τρία γνωστικά αντικείμενα εξέτασης για το 2018. Οι χώρες και οι οικονομίες χωρίζονται σε τρεις μεγάλες ομάδες: εκείνες των οποίων οι μέσες βαθμολογίες είναι στατιστικά γύρω από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (επισημαίνονται με λευκό). Εκείνες των οποίων οι μέσες βαθμολογίες είναι πάνω από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (επισημαίνεται με γαλάζιο χρώμα) και εκείνων των οποίων οι μέσες βαθμολογίες είναι κάτω από το μέσο όρο του ΟΟΣΑ (επισημαίνεται με γκρι).

	Mean score in PISA 2018				Mean score in PISA 2018				Mean score in PISA 2018		
	Reading	Mathematics	Science		Reading	Mathematics	Science		Reading	Mathematics	Science
	Mean	Mean	Mean		Mean	Mean	Mean		Mean	Mean	Mean
OECD average	487	489	489	Israel	470	463	462	Lebanon	353	393	384
B-S-J-Z (China)	555	591	590	Luxembourg	470	483	477	Kosovo	353	366	365
Singapore	549	569	551	Ukraine	466	453	469	Dominican Republic	342	325	336
Macao (China)	525	558	544	Turkey	466	454	468	Philippines	340	353	357
Hong Kong (China)	524	551	517	Slovak Republic	458	486	464	Spain	m	481	483
Estonia	523	523	530	Greece	457	451	452				
Canada	520	512	518	Chile	452	417	444				
Finland	520	507	522	Malta	448	472	457				
Ireland	518	500	496	Serbia	439	448	440				
Korea	514	526	519	United Arab Emirates	432	435	434				
Poland	512	516	511	Romania	428	430	426				
Sweden	506	502	499	Uruguay	427	418	426				
New Zealand	506	494	508	Costa Rica	426	402	416				
United States	505	478	502	Cyprus	424	451	439				
United Kingdom	504	502	505	Moldova	424	421	428				
Japan	504	527	529	Montenegro	421	430	415				
Australia	503	491	503	Mexico	420	409	419				
Chinese Taipei	503	531	516	Bulgaria	420	436	424				
Denmark	501	509	493	Jordan	419	400	429				
Norway	499	501	490	Malaysia	415	440	438				
Germany	498	500	503	Brazil	413	384	404				
Slovenia	495	509	507	Colombia	412	391	413				
Belgium	493	508	499	Brunei Darussalam	408	430	431				
France	493	495	493	Qatar	407	414	419				
Portugal	492	492	492	Albania	405	437	417				
Czech Republic	490	499	497	Bosnia and Herzegovina	403	406	398				
Netherlands	485	519	503	Argentina	402	379	404				
Austria	484	499	490	Peru	401	400	404				
Switzerland	484	515	495	Saudi Arabia	399	373	386				
Croatia	479	464	472	Thailand	393	419	426				
Latvia	479	496	487	North Macedonia	393	394	413				
Russia	479	488	478	Baku (Azerbaijan)	389	420	398				
Italy	476	487	468	Kazakhstan	387	423	397				
Hungary	476	481	481	Georgia	380	398	383				
Lithuania	476	481	482	Panama	377	353	365				
Iceland	474	495	475	Indonesia	371	379	396				
Belarus	474	472	471	Morocco	359	368	377				

Source: OECD, PISA 2018 Database.

Γράφημα 3. Μέση επίδοση όλων των χωρών στο PISA 2018

Πηγή : OECD, PISA 2018 Database

1.4 Ο διαγωνισμός PISA 2018

Η έρευνα PISA 2018 επικεντρώθηκε στην ανάγνωση, με τα μαθηματικά, την επιστήμη ως δευτερεύοντες τομείς αξιολόγησης. Το PISA 2018 περιλάμβανε επίσης μια αξιολόγηση των οικονομικού αλφαριθμητισμού των νέων, που όμως ήταν προαιρετικό για τις χώρες και οικονομίες. Η συλλογή δεδομένων για την πιο πρόσφατη αξιολόγηση ολοκληρώθηκε το φθινόπωρο του 2018.

1.4.1 Οι μαθητές του PISA 2018

Στον διαγωνισμό Pisa του 2018 περίπου 600.000 μαθητές ολοκλήρωσαν την αξιολόγηση το 2018, που αντιπροσωπεύουν περίπου 32 εκατομμύρια 15-16χρόνων μαθητών στα σχολεία των 79 χωρών και οικονομιών που συμμετείχαν. Στην Ελλάδα, 6.403 μαθητές από 242 σχολεία, ολοκλήρωσαν την αξιολόγηση, αντιπροσωπεύοντας 95.370 μαθητές της παραπάνω ηλικίας (93% του συνόλου πληθυσμού των 15 ετών μαθητών).

1.4.2 Ερωτηματολόγια στο PISA 2018

Στις περισσότερες χώρες χρησιμοποιήθηκαν τεστ που βασίζονταν σε υπολογιστή, με τον απαιτούμενο χρόνο για κάθε αξιολόγηση να διαρκεί συνολικά δύο ώρες. Στον τομέα της ανάγνωσης, εφαρμόστηκε μια προσαρμοστική προσέγγιση πολλαπλών σταδίων σε τεστ που βασίζονταν σε υπολογιστή, όπου οι μαθητές απάντησαν σε κάθε στάδιο σε ένα σύνολο ερωτήσεων με βάση την απόδοσή τους στα προηγούμενα στάδια.

Το κάθε τεστ ήταν ένα μείγμα ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής και ερωτήσεων που απαιτούσαν από τους μαθητές να αναπτύξουν την σκέψη τους και την κριτική τους ικανότητα. Οι ερωτήσεις σε κάθε στάδιο οργανώθηκαν σε ομάδες με βάση ένα απόσπασμα κειμένου που περιγράφει μια κατάσταση της πραγματικής ζωής. Αρκετές ώρες δοκιμών χρειάστηκαν για να καλυφτούν πλήρως οι δεξιότητες του κάθε μαθητή στην ανάγνωση, τα μαθηματικά, τις φυσικές επιστήμες και στους επιπρόσθετους τομείς αξιολόγησης, με διαφορετικούς μαθητές να λαμβάνουν διαφορετικούς συνδυασμούς ερωτήσεων.

Επίσης οι μαθητές εκτός από τις απαντήσεις που έδωσαν στο γνωστικό αντικείμενο, απάντησαν σε ένα ερωτηματολόγιο, το οποίο χρειάστηκε περίπου 30 λεπτά για να συμπληρωθεί. Το ερωτηματολόγιο αυτό αναζήτησε πληροφορίες για τον χαρακτήρα των μαθητών, το οικογενειακό υπόβαθρο από το οποίο προέρχονται, τις στάσεις, τις διαθέσεις τους και πεποιθήσεις, τα σπίτια τους και τις σχολικές και μαθησιακές τους εμπειρίες. Επιπλέον

οι Διευθυντές σχολείων συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο που κάλυπτε τη διαχείριση, την οργάνωση και το σχολικό και μαθησιακό περιβάλλον. Τέλος ορισμένα κράτη διένειμαν πρόσθετα ερωτηματολόγια για να αντλήσουν περισσότερες πληροφορίες (OECD, 2019a).

Τα επιπρόσθετα ερωτηματολόγια πραγματοποιήθηκαν:

- Σε 19 χώρες/οικονομίες, ένα ερωτηματολόγιο για εκπαιδευτικούς που ρωτούσαν για το εκπαιδευτικό τους υπόβαθρο τους και τις μεθόδους διδασκαλίας.
- Σε 17 χώρες/οικονομίες, ένα ερωτηματολόγιο για τους γονείς που τους ζητούσαν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις αντιλήψεις, τις προσδοκίες και τη συμμετοχή τους στο σχολείο και τη μάθηση του παιδιού τους.

Οι χώρες/οικονομίες που συμμετείχαν στον διαγωνισμό είχαν την δυνατότητα να επιλέξουν και να διανείμουν και τρία επιπλέον ερωτηματολόγια στους μαθητές τους:

- 52 χώρες/οικονομίες διένειμαν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με την εξοικείωση και τη στάση των μαθητών με τους υπολογιστές.
- 32 χώρες/οικονομίες διένειμαν ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τις προσδοκίες των μαθητών για την μετέπειτα εκπαίδευση.
- 9 χώρες/οικονομίες διένειμαν ένα ερωτηματολόγιο, που αναπτύχθηκε για το PISA 2018, σχετικά με την υγεία και συναισθηματική και ψυχολογική κατάσταση των μαθητών (OECD, 2017).

1.5 Φυσικές Επιστήμες – Τεχνολογία και Επιστημονικός εγγραμματισμός

➤ Φυσικές Επιστήμες και τεχνολογία

Ένα από τα τρία πεδία εξετάσεις στον διαγωνισμό PISA έχει σχέση με τις φυσικές επιστήμες. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι “Επιστημονικός εγγραμματισμός” είναι η επιστημονική γνώση ενός ατόμου και η χρήση αυτής για τον εντοπισμό ερωτήσεων, για την απόκτηση νέες γνώσης, για την εξήγηση επιστημονικών φαινομένων και των χαρακτηριστικών τους με σκοπό την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με το πώς η επιστήμη και η τεχνολογία διαμορφώνουν το περιβάλλον στο οποίο ζούμε. Πιο συγκεκριμένα, είναι η ικανότητα ενός ατόμου να γνωρίζει τις βασικές αρχές αλλά και σύγχρονα θέματα των Φυσικών Επιστημών και της Τεχνολογίας τα οποία βρίσκουν εφαρμογή σε ποικίλες πτυχές της καθημερινής ζωής ενώ παράλληλα καλλιεργούν την κριτική σκέψη (OECD, 2018)

➤ **“Επιστημονικός Εγγραμματισμός” - «scientific literacy»**

Ο επιστημονικός εγγραμματισμός είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται από τα τέλη της δεκαετίας του 1950 για να περιγράψει την επιθυμητή εξοικείωση με την επιστήμη από την πλευρά του ευρύτερου κοινού. Μια ανασκόπηση της ιστορίας της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες δείχνει ότι έχουν υπάρξει τουλάχιστον εννέα ξεχωριστοί και διακριτοί στόχοι της εκπαίδευσης στις Φυσικές Επιστήμες που σχετίζονται με τον ευρύτερο στόχο του επιστημονικού γραμματισμού (DeBoer, G.E., 2000).

Σύμφωνα με τον Paul. G.Hewitt ενός ταλαντούχου δάσκαλου ,ο οποίος τιμήθηκε από την Αμερικανική Ένωση Καθηγητών Φυσικής με το βραβείο R.A Millikan για την αφοσίωση του στη διδασκαλία και τη μετάδοση των εννοιών της φυσικής με ακρίβεια και σαφήνεια κάνοντας χρήση ελαχίστων στοιχειωδών μαθηματικών έχει αναφέρει στο βιβλίο του ότι:

“Η επιστήμη ,που αποτελεί το σύνολο των γνώσεων μας για τη φύση είναι κάτι παραπάνω από ένα άλλο όνομα της γνώσης. Είναι η ανθρωπίνη δραστηριότητα που έχει σκοπό να ανακαλύψει την τάξη που υπάρχει στην φύση και να βρει τα αίτια που την διέπουν”³

Διαχρονικά συνεχώς παρατηρούμε ότι η επιστήμη και η τεχνολογία κάνει μεγάλα άλματα. Επομένως είναι φανερό ότι η κατανόηση της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι κεντρικής σημασίας για την ετοιμότητα ενός νέου ατόμου σε μια σύγχρονη κοινωνία. Επιτρέπει σε ένα άτομο να συμμετέχει πλήρως στο κοινωνικό σύνολο στο οποίο οι πτυχές της επιστήμης και της τεχνολογίας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο. Αυτή η κατανόηση δίνει επίσης τη δυνατότητα στα άτομα να συμμετέχουν κατάλληλα στον καθορισμό της δημόσιας πολιτικής όπου ζητήματα της επιστήμης και της τεχνολογίας επηρεάζουν τη ζωή τους. Η κατανόηση των τομέων αυτών συμβάλλει σημαντικά στην προσωπική, κοινωνική, επαγγελματική και πολιτιστική ζωή όλων.

1.6 Η αξιολόγηση στις Φυσικές επιστήμες

Οι κατηγορίες των ερωτήσεων στο διαγωνισμό PISA έχουν σχέση με τους παρακάτω τομείς των θετικών επιστημών (OECD, 2018):

³ P.G.Hewitt, <<Οι Έννοιες της Φυσικής>> Τόμος Ι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1997 3^η έκδοση σελ. 1

Τον τομέα της Φυσικής

- Δομή της ύλης -Ιδιότητες της ύλης
- Κινήσεις και δυνάμεις
- Ενέργεια και μετατροπές ενέργειας -Αλληλεπιδράσεις ενέργειας και ύλης
- Συστήματα της Γης και του Διαστήματος

Τον τομέα της Χημείας

- Χημικές μεταβολές της ύλης
- Χημικές αντιδράσεις
- Χημικές ενώσεις

Τον τομέα της Βιολογίας

- Βιολογικά Συστήματα
- Κύτταρο δομή και λειτουργία
- DNA
- Λειτουργίες και ασθένειες του ανθρώπινου οργανισμού
- Πληθυσμοί (π.χ. είδη, εξέλιξη των ειδών)
- Οικοσυστήματα –τροφικές αλυσίδες -Βιόσφαιρα

Τον τομέα της Γεωλογίας

- Δομή συστημάτων της Γης (π.χ. λιθόσφαιρα, ατμόσφαιρα, υδρόσφαιρα)
- Ενέργεια σε συστήματα της Γης (π.χ. ενεργειακοί πόροι, παγκόσμιο κλίμα)
- Σεισμοί
- Ιστορία της Γης
- Πετρώματα

Τον τομέα της τεχνολογίας

- Τεχνολογικά Συστήματα
- Τεχνολογικές έννοιες
- Σχέση τεχνολογίας και φυσικών επιστημών
- Ο ρόλος της τεχνολογίας

Για την αξιολόγηση του <<εγγραμματισμού>> στις Φυσικές Επιστήμες συνεκτιμώνται τέσσερα στοιχεία τα οποία αλληλοσυνδέονται μεταξύ τους (OECD, 2017):

1. Το πλαίσιο που έχει σχέση με τις ερωτήσεις που καλούνται οι μαθητές να απαντήσουν

2. Οι ικανότητες των μαθητών για την σωστή απάντηση των ερωτήσεων
3. Η γνώση που έχουν αποκτήσει οι μαθητές μέχρι τη στιγμή του διαγωνισμού.
4. Οι στάσεις των μαθητών σχετικά με τη γνώση , και γενικότερα με το περιβάλλον στο οποίο ζουν και στο οποίο εντάσσεται η γνώση αυτή.

Τα τέσσερα παραπάνω στοιχεία που αφορούν τις φυσικές επιστήμες και η συσχέτιση που έχουν μεταξύ τους αναπαριστούνται στο επόμενο σχήμα



Γράφημα 4. Πλαίσιο αξιολόγησης του PISA

Πηγή : Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (2010). PISA 2006.

Στη συνέχεια, στη παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια ερώτηση που έχει σχέση με την όξινη βροχή και το περιβάλλον. Πρόκειται για ένα παράδειγμα θέματος μέτριας δυσκολίας όπου οι μαθητές καλούνται να εξηγήσουν ένα φαινόμενο της καθημερινής ζωής και να τεκμηριώσουν την απάντησή τους με επιστημονικό τρόπο.

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

Στην παρακάτω φωτογραφία, βλέπετε τα αγάλματα που ονομάζονται Καρυάτιδες και βρίσκονται στην Ακρόπολη της Αθήνας για περισσότερο από 2500 χρόνια. Τα αγάλματα είναι φτιαγμένα από ένα είδος πετρώματος που λέγεται μάρμαρο. Το μάρμαρο συντίθεται από ανθρακικό ασβέστιο.

Το 1980, τα πρωτότυπα αγάλματα μεταφέρθηκαν μέσα στο Μουσείο της Ακρόπολης και αντικαταστάθηκαν με αντίγραφα. Τα πρωτότυπα αγάλματα είχαν υποστεί φθορές από την όξινη βροχή.



Ερώτηση 1

Η κανονική βροχή είναι ελαφρά όξινη, γιατί έχει απορροφήσει από τον αέρα κάποια ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα. Η όξινη βροχή είναι πιο όξινη από την κανονική βροχή, γιατί έχει απορροφήσει αέρια, όπως οξείδια του θείου και οξείδια του αζώτου.

Από πού προέρχονται αυτά τα οξείδια του θείου και τα οξείδια του αζώτου που βρίσκονται στον αέρα;

Αποδεκτή απάντηση: Συγκεκριμένη αναφορά στις εξεγόμενες των αυτοκινήτων, τις εκπομπές των εργοστασίων, την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και το κάρβουνο, τα αέρια από τα ηφαίστεια και άλλες παρόμοιες πηγές ρύπανσης.

Μερικώς αποδεκτή απάντηση: Αναφορά σε μια σωστή και μια λανθασμένη πηγή ρύπανσης ή στη ρύπανση γενικά χωρίς συγκεκριμένη αναφορά σε πηγή ρύπανσης που αποτελεί σημαντική αιτία της όξινης βροχής.

Μπορούμε να αναπαράστησουμε την επίδραση της όξινης βροχής πάνω στο μάρμαρο, αν τοποθετήσουμε θραύσματα μαρμάρου μέσα σε ξύδι για όλη τη διάρκεια της νύχτας. Το ξύδι και η όξινη βροχή έχουν περίπου τον ίδιο βαθμό οξύτητας. Όταν ένα θραύσμα μαρμάρου τοποθετείται μέσα σε ξύδι, σχηματίζονται φυσαλίδες αερίων. Η μάζα του στεγνού θραύσματος του μαρμάρου μπορεί να μετρηθεί πριν και μετά το πείραμα.

Ερώτηση 2

Ένα θραύσμα μαρμάρου, πριν εμβυθιστεί σε ξύδι για όλη τη διάρκεια της νύχτας, έχει μάζα 2,0 γραμμάρια. Την επόμενη μέρα το θραύσμα απομακρύνεται από το ξύδι και στεγνώνει. Ποια θα είναι η μάζα του στεγνού θραύσματος μαρμάρου;

- A Λιγότερο από 2,0 γραμμάρια
- B Ακριβώς 2,0 γραμμάρια
- Γ Μεταξύ 2,0 και 2,4 γραμμαρίων
- Δ Περισσότερο από 2,4 γραμμάρια

Αποδεκτή απάντηση:
A. Λιγότερο από 2,0 γραμμάρια.

Ερώτηση 3

Οι μαθητές που έκαναν αυτό το πείραμα έβαλαν επίσης θραύσματα μαρμάρου μέσα σε καθαρό (αποσταγμένο) νερό για όλη τη διάρκεια της νύχτας.

Να εξηγήσεις γιατί οι μαθητές συμπεριέλαβαν αυτό το βήμα στο πείραμά τους.

Αποδεκτή απάντηση: Για να κάνουν σύγκριση με το πείραμα του ξυδιού και του μαρμάρου και για να αποδείξουν έτσι ότι το οξύ (ξύδι) είναι απαραίτητο, για να γίνει η αντίδραση.

Μερικώς αποδεκτή απάντηση: Για να κάνουν σύγκριση με το πείραμα του ξυδιού και του μαρμάρου (δεν είναι σαφές ότι αυτό γίνεται για να αποδείξουν ότι το οξύ (ξύδι) είναι απαραίτητο για να γίνει η αντίδραση).

Γράφημα 5. Παράδειγμα θέματος στις επιστήμες ^{4 5}

Χαρακτηριστικά της ερώτησης 1

Τύπος ερώτησης : Ανοικτή ερώτηση εκτενούς απάντησης

Ικανότητα : Εξήγηση φαινομένων με επιστημονικό τρόπο

Δυσκολία : 506, επίπεδο 3

⁴ Πηγή: Από Take the test Sample questions from OECD's PISA Assessments , σελ.269-270, OECD, 2009, Paris.

⁵ Στο Παράρτημα δίνονται οι οδηγίες βαθμολόγησης.

Χαρακτηριστικά της ερώτησης 2

Τύπος ερώτησης : Ερώτηση πολλαπλής επιλογής

Ικανότητα : Χρήση επιστημονικών τεκμηρίων

Δυσκολία : 460, επίπεδο 2

Χαρακτηριστικά της ερώτησης 3

Τύπος ερώτησης : Ανοικτή ερώτηση εκτενούς απάντησης

Ικανότητα :Αναγνώριση επιστημονικών ζητημάτων

Δυσκολία : 717 (για αποδεκτή απάντηση), επίπεδο 6 /513 (για μερικώς αποδεκτή απάντηση), επίπεδο 3

1.6.1 Επίπεδα επιστημονικής επάρκειας

Κάθε χώρα και κάθε μαθητής ανάλογα με την μέση επίδοσή, κατατάσσεται σε ένα από τα επίπεδα εγγραμμτισμού σε κάθε γνωστικό αντικείμενο. Το επίπεδο 2 στην επιστήμη είναι ένα σημαντικό σημείο αναφοράς για τις επιδόσεις των μαθητών καθώς μπορεί να θεωρηθεί ως το επίπεδο επιστημονικής επάρκειας στο οποίο οι μαθητές αρχίζουν να επιδεικνύουν τις ικανότητες που θα τους επιτρέψουν να ασχοληθούν αποτελεσματικά και παραγωγικά με θέματα που σχετίζονται με την επιστήμη και την τεχνολογία (OECD, 2018). Στο Επίπεδο αυτό, η γνώση και οι δεξιότητες που απαιτούνται για την αποτελεσματική ενασχόληση με ζητήματα που σχετίζονται με την επιστήμη μόλις αναδύονται. Οι μαθητές επιδεικνύουν βασικές ή καθημερινές επιστημονικές γνώσεις και βασική κατανόηση της επιστημονικής έρευνας, την οποία μπορούν να εφαρμόσουν κυρίως σε οικεία περιβάλλοντα. Το επίπεδο 2 δεν καθορίζει ένα όριο για τον επιστημονικό αναλφαβητισμό καθώς το PISA βλέπει τον επιστημονικό εγγραμμτισμό όχι ως ένα χαρακτηριστικό που κατέχει ένας μαθητής, αλλά ως ένα σύνολο δεξιοτήτων που μπορούν να αποκτηθούν σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό. Παρόλα αυτά, το Επίπεδο 2 καθορίζει ένα βασικό όριο κάτω από το οποίο οι μαθητές χρειάζονται συνήθως κάποια υποστήριξη για να ασχοληθούν με ερωτήσεις που σχετίζονται με την επιστήμη, ακόμη και σε οικεία περιβάλλοντα. Για αυτόν τον λόγο, αυτή η αναφορά περιγράφει τους μαθητές που έχουν απόδοση κάτω από το Επίπεδο 2 ως μαθητές με χαμηλές επιδόσεις (OECD 2017).

Πίνακας 2: Ποσοστιαία κατανομή στα επίπεδα επάρκειας του PISA 2018

Επίπεδο Γραμματισμού	Κατώτερο όριο βαθμολογίας	Ποσοστό μαθητών που μπορούν να εκτελέσουν εργασίες σε κάθε επίπεδο ή υψηλότερο (μέσος όρος του ΟΟΣΑ)
6	708	0.8%
5	663	6.8%
4	559	24.9%
3	484	52.3%
2	410	78%
1α	335	94.1%
1β	261	99.3%

Στο Επίπεδο 1β, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν βασικές επιστημονικές γνώσεις για να αναγνωρίσουν πτυχές απλών φαινομένων. Είναι σε θέση να αναγνωρίζουν απλά μοτίβα στα δεδομένα, να αναγνωρίζουν βασικούς επιστημονικούς όρους και να ακολουθούν σαφείς οδηγίες για τη διεξαγωγή μιας επιστημονικής διαδικασίας (OECD, 2017).

Στο Επίπεδο 1α, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις βασικές γνώσεις για να αναγνωρίσουν ή να εντοπίσουν εξηγήσεις απλών επιστημονικών φαινομένων. Με καθοδήγηση, μπορούν να αναλάβουν επιστημονικές έρευνες με λιγότερο από δύο μεταβλητές. Είναι σε θέση να εντοπίζουν απλές αιτιώδεις σχέσεις και να ερμηνεύουν γραφικά και οπτικά δεδομένα που απαιτούν χαμηλό επίπεδο γνωστικής απάντησης (OECD, 2017).

Στο Επίπεδο 2, οι μαθητές μπορούν να αξιοποιήσουν τις καθημερινές γνώσεις περιεχομένου και τις βασικές διαδικαστικές γνώσεις για να εντοπίσουν μια κατάλληλη επιστημονική εξήγηση, να ερμηνεύσουν δεδομένα και να προσδιορίσουν την ερώτηση που αντιμετωπίζεται σε ένα απλό πειραματικό σχέδιο. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν βασικές ή καθημερινές επιστημονικές γνώσεις για να εντοπίσουν ένα έγκυρο συμπέρασμα από ένα απλό σύνολο δεδομένων. Οι μαθητές του επιπέδου 2 επιδεικνύουν βασικές γνωσιολογικές γνώσεις,

καθώς είναι σε θέση να εντοπίσουν ερωτήματα που μπορούν να διερευνηθούν επιστημονικά (OECD, 2017).

Στο Επίπεδο 3, οι μαθητές μπορούν να βασιστούν σε μέτρια πολύπλοκη γνώση περιεχομένου για να εντοπίσουν ή να κατασκευάσουν εξηγήσεις γνωστών φαινομένων. Σε πιο πολύπλοκες καταστάσεις, μπορούν να κατασκευάσουν εξηγήσεις με σχετικές υποδείξεις ή υποστήριξη. Μπορούν να βασιστούν σε στοιχεία διαδικαστικής ή γνωσιακής γνώσης για να πραγματοποιήσουν ένα απλό πείραμα σε ένα περιορισμένο πλαίσιο. Οι μαθητές του επιπέδου 3 έχουν την ικανότητα να διακρίνουν μεταξύ επιστημονικών και μη επιστημονικών ζητημάτων και να προσδιορίσουν τα στοιχεία που υποστηρίζουν μια επιστημονική υπόθεση (OECD, 2017).

Στο Επίπεδο 4, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν πιο σύνθετη ή πιο αφηρημένη γνώση περιεχομένου, η οποία είτε παρέχεται είτε ανακαλείται, για να δημιουργήσουν επεξηγήσεις πιο περίπλοκων διαδικασιών. Μπορούν να διεξάγουν πειράματα που περιλαμβάνουν περισσότερες από δυο ανεξάρτητες μεταβλητές σε ένα περιορισμένο πλαίσιο. Είναι σε θέση να δικαιολογήσουν έναν πειραματικό σχεδιασμό βασιζόμενοι σε στοιχεία διαδικαστικής και γνωσιακής γνώσης. Οι μαθητές του επιπέδου 4 μπορούν να ερμηνεύσουν δεδομένα που προέρχονται σύνολο δεδομένων μέτριας δυσκολίας (OECD, 2017).

Στο Επίπεδο 5, οι μαθητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αφηρημένες επιστημονικές ιδέες για να εξηγήσουν σύνθετα φαινόμενα και γεγονότα και διαδικασίες που περιλαμβάνουν πολλαπλούς αιτιακούς συνδέσμους. Μπορούν να εφαρμόσουν πιο εξελιγμένες γνώσεις ώστε να αξιολογήσουν πολύπλοκα προβλήματα, αιτιολογώντας τις επιλογές και κάνοντας χρήση της θεωρητική γνώσης με σκοπό να ερμηνεύσουν τα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις. Οι μαθητές του επιπέδου 5 μπορούν να αξιολογήσουν τρόπους επιστημονικής διερεύνησης μιας δεδομένης ερώτησης και να εντοπίσουν περιορισμούς στις ερμηνείες των συνόλων δεδομένων, συμπεριλαμβανομένων των πηγών και των επιπτώσεων της αβεβαιότητας στα επιστημονικά δεδομένα (OECD, 2017).

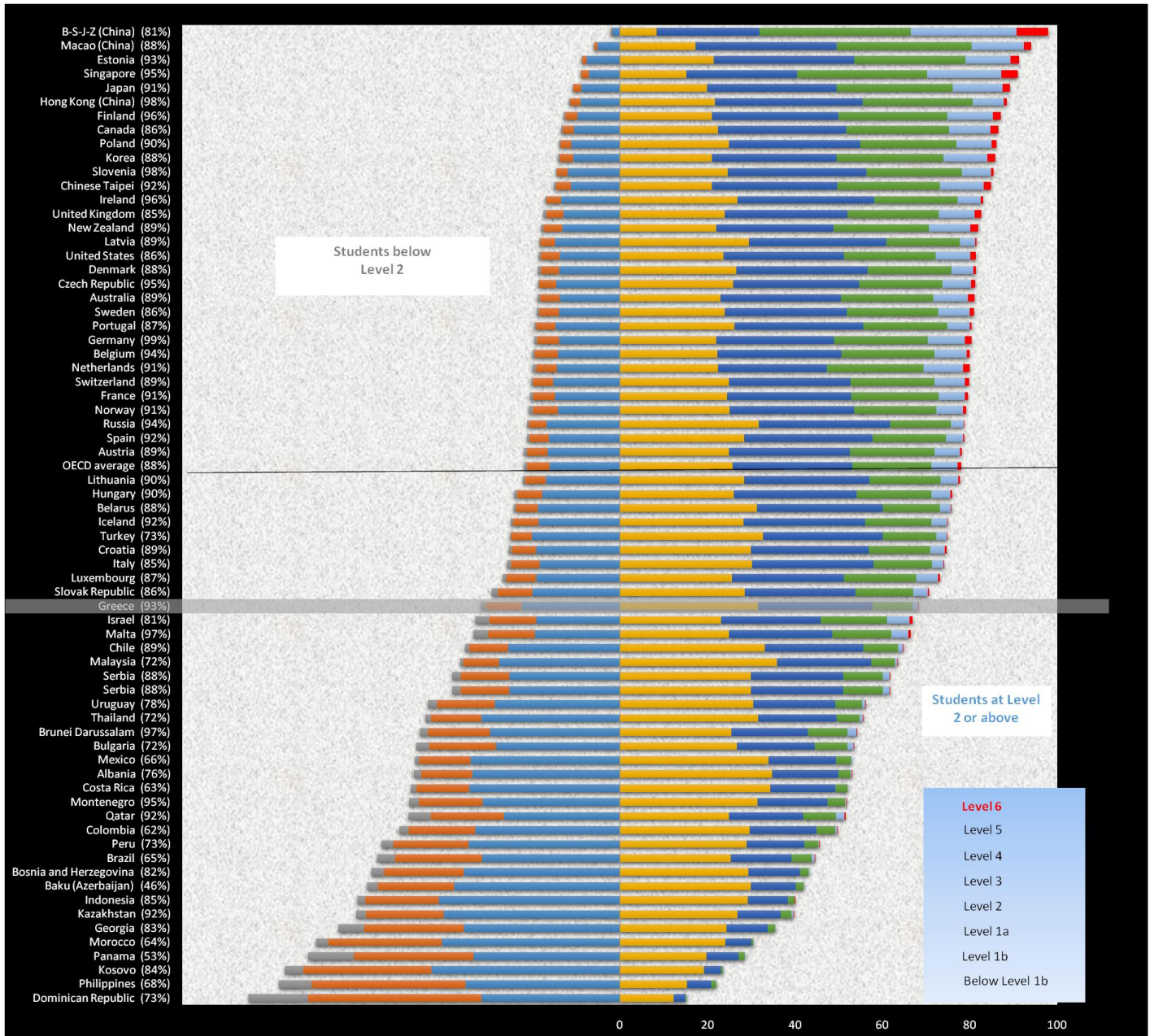
Στο Επίπεδο 6, οι μαθητές μπορούν να βασιστούν σε μια σειρά αλληλένδετων επιστημονικών ιδεών και εννοιών από τις επιστήμες της φυσικής, της ζωής και της γης και του διαστήματος και να χρησιμοποιήσουν περιεχόμενο, διαδικαστικές και γνωσιολογικές γνώσεις για να προσφέρουν επεξηγηματικές υποθέσεις για νέα επιστημονικά φαινόμενα, γεγονότα και διαδικασίες και να κάνουν σωστές προβλέψεις. Κατά την ερμηνεία των δεδομένων είναι σε θέση να διακρίνουν άσχετες και σχετικές πληροφορίες και να αντλήσουν γνώσεις πέρα από τις γνώσεις σε επίπεδο σχολείου. Οι μαθητές του επιπέδου 6 μπορούν να αξιολογήσουν

πολύπλοκα πειράματα και προσομοιώσεις αιτιολογώντας τις επιλογές τους με επιστημονικό τρόπο (OECD, 2017).

Όπως φαίνεται από το παρακάτω γράφημα κατάταξης των χωρών στα επίπεδα εγγραμμαισμου, στις χώρες του ΟΟΣΑ, το 78% των μαθητών κατατάσσονται στο επίπεδο 2 και πάνω στον επιστημονικό εγγραμμαισμό. Σύμφωνα με τις ικανότητες που περιέχει κάθε επίπεδο οι μαθητές αυτοί μπορούν κατά το ελάχιστο να αναγνωρίζουν τη σωστή ερμηνεία γνωστών επιστημονικών φαινομένων. Είναι σε θέση να χρησιμοποιούν τη γνώση αυτή για να εντοπίζουν, σε απλές καταστάσεις, την εγκυρότητα ενός συμπεράσματος βάση των διαθέσιμων δεδομένων. Σε όλο τον κόσμο το ποσοστό των δεκαπεντάχρονων μαθητών που επιτυγχάνουν το βασικότερο επίπεδο αναγνωστικού εγγραμμαισμού (τουλάχιστον το επίπεδο 2) κυμαίνεται από περισσότερο από το 90 % στη Κίνα, Σιγκαπούρη, Εσθονία, Καναδά έως 10 με 25% στο Κόσσοβο, Παναμά, Φιλιππίνες (OECD, 2018).

Κατά μέσο όρο στις χώρες του ΟΟΣΑ, περίπου το 25% των μαθητών δεν έφτασε το ελάχιστο επίπεδο εγγραμμαισμού. Η Ελλάδα, σύμφωνα με τη μέση επίδοσή της στις Φυσικές Επιστήμες, κατατάσσεται στο επίπεδο 2, το οποίο αποτελεί το βασικό επίπεδο εγγραμμαισμού στις Φυσικές Επιστήμες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα κατάταξης οι Έλληνες μαθητές οι οποίοι δεν μπορούν να ανταπεξέλθουν σε βασικές ερωτήσεις είναι σχετικά μεγάλο, περίπου 30% και με το υπόλοιπο 70% πάνω από το επίπεδο 2 με το ποσοστό όμως των μαθητών που πετυχαίνουν κατάταξη στα υψηλότερα επίπεδα 5 και 6 να είναι πολύ μικρό. Όλα τα παραπάνω υποδεικνύουν σημαντικό βαθμό ανισότητας και ένα ευρύ χάσμα μεταξύ των επιδόσεων των 15 χρόνων Ελλήνων μαθητών στο διαγωνισμό PISA (OECD, 2019c).

Τέλος τα ποσοστά δείχνουν ότι όλες οι χώρες πρέπει να καταβάλουν ακόμα πολλές προσπάθειες προκειμένου να επιτύχουν τον παγκόσμιο στόχο για την ποιοτική εκπαίδευση έως το 2030, όπως ορίζεται στο Στόχο Βιώσιμης Ανάπτυξης του ΟΗΕ που αφορά την εκπαίδευση.



Γράφημα 6: Ποσοστιαία κατανομή μαθητών ανά χώρα στα επίπεδα εγγραμματισμού στις φυσικές επιστήμες με σημείο αναφοράς το επίπεδο 2⁶

⁶ Πηγή : OECD, PISA 2018 Database, Tables I.B1.3 and I.A2.1.

Κεφάλαιο 2: Ερευνητική ανασκόπηση και ερωτήματα

2.1 Ανασκόπηση στη βιβλιογραφία

Είναι κοινώς αποδεκτό σε παγκόσμιο επίπεδο ότι η εκπαίδευση επηρεάζει τη ζωή των ατόμων καθώς διαμορφώνει ικανότητες, αξίες, φιλοδοξίες και επιθυμίες. Επιτρέπει στο άτομο να σκέφτεται, να αισθάνεται και να ενεργεί με διαφορετικούς τρόπους, προσφέρει νέους τρόπους οργάνωσης και υποστήριξης κοινωνικών δράσεων οι οποίοι εξαρτώνται από τα μαθηματικά, τον γλωσσικό και επιστημονικό γραμματισμό, τη γνώση της τεχνολογίας, τη κριτική σκέψη και την απόκτηση δεξιοτήτων. Στις περισσότερες χώρες τα κριτήρια για την ένταξη ενός ατόμου στην αγορά εργασίας επικεντρώνονται γύρω από την εκπαίδευση που έχει λάβει. Επιπλέον οι περισσότερες αναπτυγμένες χώρες και σύγχρονες κοινωνίες χρησιμοποιούν την εκπαίδευση ως πρωταρχικό μηχανισμό επιλογής και ταξινόμησης κάθε γενεάς σε διαφορετικούς κοινωνικούς και οικονομικούς ρόλους (Lewin, 2007).

Επομένως η εκπαίδευση που έχει δεχτεί ένα άτομο από τα πρώτα χρόνια που εντάσσεται στο σχολείο και μετέπειτα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην μετέπειτα ζωή του. Για αυτό το λόγο η χάραξη πολιτικών γραμμών και νομοθέτηση του εκπαιδευτικού συστήματος πρέπει να προσφέρει ίσες ευκαιρίες στον τομέα της εκπαίδευσης και γενικότερα της παιδείας και να διασφαλίζει ότι κοινωνικές ανισότητες όπως οι μειονεκτικές περιοχές κατοικίας ή το μειονεκτικό οικογενειακό υπόβαθρο δεν θα δρουν ως ανασταλτικός παράγοντας στην αναζήτηση της επιτυχίας (OECD, 2012).

Σύμφωνα με τα παραπάνω, εφόσον η εκπαίδευση είναι τόσο σημαντική δημιουργήθηκε η ανάγκη για παρακολούθηση της επίδοσης των μαθητών. Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες έχουν πραγματοποιηθεί διαγωνισμοί με σκοπό να μετρηθεί και να παρατηρηθεί χρονικά η εκπαιδευτική επίδοση σε διάφορα πεδία γνώσεων και να γίνει σύγκριση μεταξύ διάφορων εκπαιδευτικών συστημάτων σε παγκόσμιο επίπεδο. Για παράδειγμα διαγωνισμοί όπως:

➤ **IALS** (International Adult Literacy Survey) διεξήχθη μεταξύ 1994 και 1998. 8 χώρες από όλο τον κόσμο συμμετείχαν στο IALS το 1994, 13 χώρες το 1996 και 22 το 1998. Η έρευνα αυτή ήταν η πρώτη, μεγάλης κλίμακας, διεθνής συγκριτική αξιολόγηση που σχεδιάστηκε για να εντοπίσει και να μετρήσει μια σειρά από δεξιότητες ενηλίκων. Τα δεδομένα που

κυκλοφόρησαν στο IALS παρείχαν ένα πλούσιο σύνολο πληροφοριών σχετικά με τις δεξιότητες γραμματισμού ενηλίκων ηλικίας 16 έως 65 ετών) σε 22 χώρες και περιοχές — δεδομένα που ήταν συγκρίσιμα μεταξύ των πολιτισμών και των γλωσσών. Πραγματοποιήθηκε από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης(ΟΟΣΑ) και τη Στατιστική Υπηρεσία του Καναδά (IALS forum).

➤ **TIMSS** (Trends in International Mathematics and Science Study) η έρευνα αυτή σχετίζεται με τα μαθησιακά επιτεύγματα των μαθητών των ΗΠΑ στις επιστήμες και στα μαθηματικά και γίνεται σύγκριση με αυτά των μαθητών σε άλλες χώρες. Παρέχει μια μεγάλη βάση δεδομένων με αξιόπιστα και έγκαιρα δεδομένα καθώς αυτά συλλέγονται από το 1995 με συχνότητα κάθε 4 χρόνια. Εκτός από τις αξιολογήσεις στο γνωστικό αντικείμενο των μαθηματικών και των φυσικών επιστημών, δίνονται ερωτηματολόγια στους μαθητές, στους εκπαιδευτικούς και στους διευθυντές σχολείων για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το πλαίσιο μάθησης και διδασκαλίας. Ο όγδοος κύκλος αξιολόγησης του TIMSS, ο οποίος θα διεξαχθεί το 2023, θα παράσχει δεδομένα τάσεων 28 ετών. Το TIMSS χρηματοδοτείται από τη Διεθνή Ένωση για την Αξιολόγηση του Εκπαιδευτικού Επιτεύγματος (IEA) και διεξάγεται στις Ηνωμένες Πολιτείες από το Εθνικό Κέντρο Στατιστικών Εκπαίδευσης (NCES) (TIMSS forum).

➤ **PIRLS** (Progress in International Reading Literacy Study) είναι μία από τις βασικές μελέτες του IEA. Διευθύνεται από το TIMSS και το Διεθνές Κέντρο Σπουδών PIRLS στο Κολέγιο της Βοστώνης και διεξάγεται κάθε πέντε χρόνια από το 2001.Ο διαγωνισμός αυτός αναγνωρίζεται ως το παγκόσμιο πρότυπο για την αξιολόγηση των τάσεων στην επίδοση στην ανάγνωση στην τέταρτη δημοτικού. Παρέχει διεθνώς συγκριτικά δεδομένα σχετικά με το πόσο καλά διαβάζουν τα παιδιά και προσφέρει πληροφορίες σχετικές με την πολιτική για τη βελτίωση της μάθησης και της διδασκαλίας. Η αξιολόγηση του επιτεύγματος στην ανάγνωση σε αυτό το κρίσιμο στάδιο παρέχει στους εκπαιδευτικούς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής βασικές γνώσεις σχετικά με την αποτελεσματικότητα του εκπαιδευτικού τους συστήματος και βοηθά στον εντοπισμό τομέων προς βελτίωση (PIRLS forum).

➤ **PISA** (Programme for International Student Assessment) είναι μια διεθνής αξιολόγηση που μετρά την ανάγνωση, τα μαθηματικά και τις φυσικές επιστήμες μαθητών ηλικίας 15 ετών κάθε 3 χρόνια. Διεξήχθη για πρώτη φορά το 2000, και σε κάθε κύκλο δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα σε ένα επιστημονικό πεδίο κύριος μεταξύ της ανάγνωσης, των μαθηματικών και της επιστήμης. Το PISA δίνει έμφαση στις λειτουργικές δεξιότητες που έχουν αποκτήσει οι μαθητές καθώς πλησιάζουν στο τέλος της υποχρεωτικής εκπαίδευσης και συντονίζεται από τον Οργανισμό Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) (PISA forum).

Από τα μέσα του περασμένου αιώνα μέχρι σήμερα έχει βρεθεί ότι το οικογενειακό υπόβαθρο των μαθητών παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της απόδοσης των μαθητών. Από την πρώτη στιγμή διεξήχθη μια ολοκληρωμένη μελέτη σχετικά με τα βασικά χαρακτηριστικά των σχολείων και των μαθητών που μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα της εκπαίδευσης. Ακολουθώντας αυτά τα κύρια ευρήματά τους άλλοι ερευνητές απέδειξαν τη σχέση μεταξύ των επιδόσεων των μαθητών και του οικογενειακού υποβάθρου (Coleman, 1968; Lauer, Charlotte, 2003; Giambona, F. and Porcu, M., 2015).

Οι διεθνείς αξιολογήσεις μεγάλης κλίμακας, όπως το Πρόγραμμα του ΟΟΣΑ για τη Διεθνή Αξιολόγηση Φοιτητών (PISA) τυγχάνουν ευρείας προσοχής. Από την εφαρμογή του στις αρχές του 2000, το PISA έχει λάβει ιδιαίτερη προσοχή από σε όλο τον κόσμο, αλλάζοντας ακόμη και τη νομοθεσία στο εκπαιδευτικό σύστημα αρκετών χωρών (Bieber & Martens, 2011).

Τις τελευταίες δυο δεκαετίες οι επιστημονικές δημοσιεύσεις και αναφορές στα δεδομένα PISA και στις μεταβλητές που εξάγονται μέσω αυτού του διαγωνισμού είναι πάρα πολλές. Η ισότητα στην εκπαίδευση αποτελεί βασικό μέλημα διεθνώς. Ωστόσο, είναι σπάνιο αυτό το ζήτημα να εξετάζεται χωριστά για μαθητές χαμηλών και υψηλών επιδόσεων και ταυτόχρονα σε διαφορετικούς τομείς θεμάτων. Οι παράγοντες που μπορούν να προβλέψουν την επίδοση των μαθητών είναι πάρα πολλοί. Είναι αποδεκτό ότι τα ερωτηματολόγια που απαντούν οι μαθητές σχετικά με το ευρύτερο υπόβαθρο τους σε διάφορους τομείς, μπορούν να ερμηνεύσουν ένα ποσοστό της επίδοσης τους. Πιο συγκεκριμένα, τα χαρακτηριστικά του μαθητή και της οικογένειας, καθώς και παράγοντες που σχετίζονται με το σχολείο, έχει αποδειχθεί ότι καταδεικνύουν την κατανόηση της επίδοσης των μαθητών. Μερικοί σημαντικοί παράγοντες που επιδρούν στις βαθμολογίες του επιστημονικού, μαθηματικού και αναγνωστικού αλφαριθμητισμού είναι, το φύλλο, οι πεποιθήσεις, το ενδιαφέρον και οι στάσεις των μαθητών ως προς την μάθηση, η οικονομική κοινωνική πολιτιστική θέση (ESCS) (Gilliece et.al. 2010; Karakolidis A. & Pitsia V. 2016; Agasisti T. & Zoido P., 2018).

Επομένως η εξέταση τόσο των ατομικών, οικογενειακών και σχολικών παραγόντων θα μπορούσε να δώσει μια εικόνα για την επίδοση αυτή. Για πολλά χρόνια, οι οικογενειακοί μελετητές έχουν τεκμηριώσει τη σημασία της οικογένειας ως σημαντικού θεσμού για την εκτέλεση βασικών λειτουργιών για τα άτομα και τις κοινωνίες: φυσική διατροφή, ανατροφή, διαπαιδαγώγηση οικονομική συντήρηση και κοινωνικοποίηση. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η συμμετοχή των γονέων είναι γενικά ένας σημαντικός παράγοντας στην επεξήγηση της συμπεριφοράς, αλλά όχι των γνωστικών αποτελεσμάτων, μέσω της επικοινωνίας γονέα-παιδιού και της συμμετοχής σε οργανώσεις γονέων και δασκάλων. Επίσης τα αποτελέσματα

υποδεικνύουν ότι συγκεκριμένες διαστάσεις εμπλοκής έχουν μεγαλύτερα αποτελέσματα για πιο εύπορους και λευκούς μαθητές, παρέχοντας εμπειρικά στοιχεία που υποστηρίζουν τον ισχυρισμό του Lareau (1989) ότι τα μεγαλύτερα επίπεδα πολιτιστικού κεφαλαίου που διαθέτουν τα μέλη της ανώτερης τάξης ενισχύουν την επίδραση της γονικής συμμετοχής στους προνομιούχους μαθητές (Chiu, Chow, & McBride-Chang, 2007; Bubolz M., 2001).

Βέβαια αν και είναι ευρέως αναγνωρισμένο ότι οι επιδόσεις και η συμμετοχή των μαθητών στις επιστήμες επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την οικογένεια, τέτοιες σχέσεις είναι τόσο περίπλοκες που πρέπει επίσης να λαμβάνεται υπόψη το φύλο (Frome & Eccles, 1998; Tenenbaum & Leaper, 2003; Archer et al., 2012). Αρκετές ενδείξεις φανερώνουν ότι η οικογένεια μπορεί να λειτουργεί διαφορετικά για τα παιδιά διαφορετικού φύλου στη μάθηση STEM, δηλαδή στα μαθήματα των φυσικών επιστήμων, τεχνολογίας, μηχανικής και μαθηματικών, χειραγωγώντας τα πολλές φορές ασυνείδητα ή συνειδητά σε έμφυλα στερεότυπα ως προς την επιλογή της κατεύθυνσης στο σχολείο ή ως προς τον επαγγελματικό προσανατολισμό. Πολλές φορές η ενθάρρυνση των γονέων για το ενδιαφέρον της επιστήμης διαφέρει ανάλογα με το φύλο του παιδιού. Κάτι τέτοιο έχει σαν αποτέλεσμα τα αγόρια σε αντίθεση με τα κορίτσια να ενθαρρύνονται πιο έντονα στη μάθηση της επιστήμης και να υπονομεύεται το ενδιαφέρον και η απόδοση των γυναικών και των κοριτσιών στους τομείς STEM, ακόμη και όταν οι γυναίκες και τα κορίτσια έχουν θετικές στάσεις σε αυτούς τους τομείς (Bhanot & Jovanovic, 2009; Shapiro & Williams, 2012; Endendijk et al., 2016).

Συμφώνα με την βιβλιογραφία έχει παρατηρηθεί ότι σε STEM επιστημονικά πεδία, παρόλο που τα αγόρια και τα κορίτσια λαμβάνουν παρόμοιες βαθμολογίες, τα αγόρια δείχνουν σταθερά υψηλότερες προσδοκίες για τις επιδόσεις τους στις επιστήμες και στα μαθηματικά σε σχέση με κορίτσια. Αυτό φαίνεται να πηγάζει από τις διαφορετικές εκπαιδευτικές προσδοκίες που έχουν οι γονείς από παιδιά διαφορετικού φύλου καθώς τα επιστημονικά στερεότυπα για το φύλο μπορούν να επηρεάσουν την ατομική απόδοση στους τομείς της επιστήμης (Cundiff et. al., 2013). Οι έφηβοι είναι πιο ευαίσθητοι από τους ενήλικες όσο αφορά τα ερεθίσματα που δέχονται από το περιβάλλον στο οποίο ζουν. Έχουν τη τάση μαθαίνουν πιο εύκολα από την παρατήρηση ή τη μαρτυρία των άλλων. Επιπλέον, οι γονείς τείνουν να επενδύουν περισσότερο χρόνο στις επιστημονικές εμπειρίες των αγοριών παρά των κοριτσιών, όπως με την πιο συχνή παροχή-συμμετοχή επιστημονικών παιχνιδιών και την ανάγνωση βιβλίων επιστημονικού ενδιαφέροντος. Όπως επίσης οι γονείς τείνουν να πιστεύουν ότι η επιστήμη είναι πιο δύσκολη για τις κόρες τους σε σχέση με τους γιους τους. Αυτό οδηγεί τα αγόρια να τείνουν να αποκτούν υψηλότερα επίπεδα επιστημονικού

κεφαλαίου από τις οικογένειές τους κάτι το οποίο ενισχύει το χάσμα των φύλων στην ενασχόληση με την επιστήμη (Tenenbaum & Leaper, 2003; Nosek et al., 2009; Moote et al., 2020).

Συνεχίζοντας την ανασκόπηση στη βιβλιογραφία οι ερευνητικές μελέτες με επίκεντρο τα δεδομένα PISA των τελευταίων 20 ετών που έχουν πραγματοποιηθεί τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο σε διεθνές επίπεδο μέσω τις σύγκρισης διαφόρων εκπαιδευτικών συστημάτων σε όλο τον κόσμο είναι πολύ ενδιαφέρουσες. Οι J. Fonseca, M. O. Valente και J. Conboy, 2011 χρησιμοποιώντας ιεραρχική γραμμική μοντελοποίηση σύγκριναν την απόδοση των Πορτογάλων μαθητών στον επιστημονικό εγγραμματισμό PISA 2006 με αυτή των μαθητών από τον ΟΟΣΑ, την Ισπανία, τη Γαλλία, το Ηνωμένο Βασίλειο, την Τουρκία, την Ελλάδα και τις ΗΠΑ. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι επιδόσεις και οι στάσεις των μαθητών απέναντι στην επιστήμη διαφέρουν από χώρα σε χώρα. Επιπλέον επισήμαναν ότι ο δείκτης ESCS είναι ένας ισχυρός προβλεπτικός παράγοντας τόσο σε ατομικό όσο και σε σχολικό επίπεδο με στατιστικά σημαντική και θετική συσχέτιση με την επίδοση των μαθητών σε όλες τις χώρες (Jesuina Fonseca J. et al, 2011).

Οι Gilleece, L., Cosgrove, J. και Sofroniou, N., 2010 εξέτασαν τα χαρακτηριστικά του μαθητή και του σχολείου που σχετίζονται με χαμηλές και υψηλές επιδόσεις στα μαθηματικά και τις επιστήμες στο Πρόγραμμα Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών. Με βάση τα αποτελέσματα ενός πολυεπίπεδου πολυωνυμικού μοντέλου για κάθε τομέα, τα ευρήματα ανέδειξαν σε επίπεδο μαθητή ότι η γλώσσα του σπιτιού, η πρόθεση να εγκαταλείψει το σχολείο πρόωρα, η κοινωνικοοικονομική κατάσταση, το επίπεδο τάξης, τα βιβλία στο σπίτι και το φύλο συνδέονται σημαντικά με την επίδοση στα μαθηματικά και τις θετικές επιστήμες. Τέλος τόνισαν την ιδιαίτερη σημασία της στοχευόμενης κατανομής πόρων με κύριο σκοπό την προώθηση της ισότητας στις βαθμολογίες μεταξύ μαθητών και σχολείων (Gilleece, L. et.al, 2010).

Οι Kelly D. Nord, C.W., Jenkins, F., Chan, J.Y. and Kastberg D., 2013 μελέτησαν τις επιδόσεις στο PISA 2012 στα μαθηματικά, την επιστήμη και τον αναγνωστικό γραμματισμό από την προοπτική των Η.Π.Α παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα τόσο ως προς τη μέση βαθμολογία της κλίμακας όσο και προς το ποσοστό των 15χρονων μαθητών που φθάνουν σε επιλεγμένα επίπεδα επάρκειας για τα 65 εκπαιδευτικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των Ηνωμένων Πολιτειών, που συμμετείχαν στο PISA 2012 και για τις τρεις πολιτείες των ΗΠΑ - Κονέκτικατ, Φλόριντα και Μασαχουσέτη, που συμμετείχαν ως χωριστά εκπαιδευτικά συστήματα (Kelly, D.et al., 2013).

O Demir, S.B, 2018 διερεύνησε τη σχέση των μαθηματικών μεθόδων διδασκαλίας και διδακτικών δραστηριοτήτων με τις βαθμολογίες στα μαθηματικά των Τούρκων μαθητών που συμμετείχαν στο PISA 2012 χρησιμοποιώντας Ιεραρχική Γραμμική Μοντελοποίηση δείχνοντας ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές ως προς τον αλφαριθμητισμό των μαθηματικών μεταξύ των σχολείων. Επίσης υπέδειξε ότι ενώ η αύξηση των οδηγιών με επίκεντρο τον μαθητή στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων στην τάξη μείωσε τις βαθμολογίες μαθηματικού εγγραμματοσμού των μαθητών, η συχνότητα ενεργοποίησης των γνωστικών διαδικασιών από τους δασκάλους και το καλό πειθαρχημένο περιβάλλον αύξησαν τις δεξιότητες μαθηματικού εγγραμματοσμού των μαθητών (Demir, S.B., 2018).

Οι Agasisti T. και Zoido P, 2019 ανέλυσαν την αποτελεσματικότητα περισσότερων από 6800 σχολείων σε 28 αναπτυσσόμενες χώρες, μέσω μιας ανάλυσης δεδομένων σε δύο στάδια και χρησιμοποιώντας δεδομένα από τον ΟΟΣΑ PISA 2012. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι η μέση απόδοση των σχολείων είναι περίπου 70%, που σημαίνει ότι οι βαθμολογίες μπορούν να αυξηθούν κατά 30% χρησιμοποιώντας μια πιο αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων. Υπάρχει ουσιαστική ετερογένεια τόσο μεταξύ όσο και εντός των χωρών. Μεταξύ των παραγόντων που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα των σχολείων, οι πιο σημαντικοί είναι τα χαρακτηριστικά του μαθητικού πληθυσμού (για παράδειγμα, κίνητρα, απουσίες κ.λπ.). Ως εκ τούτου, ορισμένες πρακτικές που σχετίζονται με τη λογοδοσία, τον αντιληπτό ανταγωνισμό, τη συμμετοχή και την επαγγελματική ανάπτυξη των εκπαιδευτικών και τις εξωσχολικές δραστηριότητες συνδέονται επίσης θετικά με υψηλότερα επίπεδα αποτελεσματικότητας (Agasisti T. & Zoido P., 2019).

Αντίστοιχες μελέτες έχουν γίνει και για τους Έλληνες μαθητές αποκλειστικά σε εθνικό επίπεδο. Για παράδειγμα οι Καρακολιδης Α., Πιτσια Β. και Εμβαλότης Α., 2016 διεξήγαγαν μιας εις βάθος εξέτασης των μαθηματικών επιδόσεων των 15χρονων μαθητών στην Ελλάδα. Με την εφαρμογή ενός πολυεπίπεδου γραμμικού μοντέλου στα δεδομένα του Προγράμματος Διεθνούς Αξιολόγησης Μαθητών 2012 για την Ελλάδα. Αυτή η μελέτη διερεύνησε τους παράγοντες, τόσο σε ατομικό όσο και σε σχολικό επίπεδο, που συνδέονταν με την επίδοση στα μαθηματικά. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι το φύλο, η προσχολική εκπαίδευση, η αυτοπεποίθηση για τα μαθηματικά και η ατομική και σχολική μέση κοινωνικοοικονομική κατάσταση μπορούν να προβλέψουν στατιστικά σημαντικά την επίδοση των μαθητών. Η ανάλυση έδειξε επίσης τη σημασία του σχολείου στο οποίο φοιτούν οι μαθητές στη διαμόρφωση της επίδοσής τους στα μαθηματικά. Ένα αξιοσημείωτο συμπέρασμα της έρευνας αυτής ήταν ότι τα χαρακτηριστικά του υποβάθρου και οι μεταβλητές σχολικού επιπέδου

μπορούν να εξηγήσουν ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό της διακύμανσης στις μαθηματικές επιδόσεις των μαθητών (Karakolidis A. et.al, 2016).

Επιπρόσθετα η πρόοδος της τεχνολογίας και των σύγχρονων μεθόδων μάθησης δημιουργεί και νέα πεδία έρευνας. Για παράδειγμα, η αυξανόμενη σημασία της ψηφιακής ανάγνωσης και η επικράτηση των μέσων κοινωνικής δικτύωσης μεταξύ των εφήβων απαιτούν περαιτέρω έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις των μέσων κοινωνικής δικτύωσης στην ανάπτυξη της ικανότητας ψηφιακής ανάγνωσης των μαθητών, κάτι που θα μπορούσε να ενισχύσει τη σωστή συμπεριφορά και στάσεις σχετικά με τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και να συμβάλει στη μείωση των χάσμάτων επιτυχίας στην εκπαίδευση (Jie Hu & Rushi Yu, 2021; Yiren Kong & Young Sik Seo & Ling Zhai, 2022).

Επιπλέον οι Petko, D., Cantieni A. and Prasse D., 2017 ερεύνησαν τη συχνότητα χρήσης εκπαιδευτικής τεχνολογίας στα σχολεία και στο σπίτι και πως επιδρά στην επίδοση των μαθητών. Η χρήση υπολογιστή στο σπίτι έδειξε μια τάση για θετικές συσχετίσεις με τις βαθμολογίες των τεστ, ενώ η χρήση υπολογιστή στα σχολεία όχι. Ακολουθώντας μια διαφορετική προσέγγιση, μελέτησαν εκ νέου τα δεδομένα του PISA 2012 συνδυάζοντας τη συχνότητα χρήσης και τις θετικές αντιλήψεις σχετικά με την εκπαιδευτική τεχνολογία ως προγνωστικούς παράγοντες για τις βαθμολογίες των μαθητών με τα αποτελέσματα να υποδεικνύουν ότι η θετική στάση απέναντι στην εκπαιδευτική τεχνολογία συνδέεται με υψηλότερες βαθμολογίες εξετάσεων στη μεγάλη πλειονότητα των χωρών. Κάτι τέτοιο οδήγησε στο συμπέρασμα ότι μπορεί να έχει σημασία η ποιότητα αντί η ποσότητα της χρήσης της εκπαιδευτικής τεχνολογίας (Petko, D., Cantieni, A. and Prasse, D., 2017).

Ένα άλλο ζήτημα που έχει ερευνηθεί έχει σχέση με το μεταναστευτικό υπόβαθρο των μαθητών. Ο αριθμός των μαθητών με μεταναστευτικό υπόβαθρο έχει σημειώσει σημαντική άνοδο τις τελευταίες δυο δεκαετίες στις περισσότερες χώρες του ΟΟΣΑ. Το 2015, υπολογίζεται ότι 4,8 εκατομμύρια μετανάστες έφτασαν στις χώρες του ΟΟΣΑ, ένας μεγάλος αριθμός που ενισχύθηκε στη συνέχεια με σταθερή ανοδική τάση. Ο τρόπος με τον οποίο τα σχολεία και τα εκπαιδευτικά συστήματα ανταποκρίνονται στις προκλήσεις και τις ευκαιρίες που προκύπτουν από αυτή τη μεταναστευτική ροή έχει σημαντικές επιπτώσεις στην κοινωνικοοικονομική ευημερία όλων των μελών της κοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των ίδιων των μεταναστών (OECD 2019b). Οι μεταναστευτικές ροές έχουν αλλάξει τη σύνθεση των μαθητών στα σχολεία και τις τάξεις. Η ένταξη των μεταναστών είναι συχνά προβληματική και αυτές οι ροές έχουν προκαλέσει σε ορισμένες χώρες τη φυγή ντόπιων μαθητών από τα δημόσια σε ιδιωτικά

σχολεία. Ένα βασικό ερώτημα είναι εάν το αυξημένο μερίδιο των μεταναστών στα σχολεία και τις τάξεις έχει επηρεάσει τις σχολικές επιδόσεις των γηγενών (Gould et.al, 2009).

Οι Giorgio Brunello και Lorenzo Rocco, 2013 χρησιμοποίησαν συγκεντρωτικά δεδομένα PISA για 19 χώρες κατά την περίοδο 2000–2009 για να μελετήσουν εάν ένα υψηλότερο ποσοστό μεταναστών μαθητών επηρεάζει τη σχολική επίδοση των γηγενών μαθητών. Τα στοιχεία έδειξαν ότι υπάρχει μια αρνητική και στατιστικά σημαντική σχέση αν και το μέγεθος της εκτιμώμενης επίδρασης είναι μικρό (Brunello G, & Rocco L. 2013).

Περαιτέρω μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για την διαφορά στο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σπουδών μεταξύ ιδιωτικών και δημοσίων σχολείων. Οι Delprato M. και Antequera G., 2021 χρησιμοποιώντας την έρευνα μάθησης PISA 2016, πρόσφεραν νέα στοιχεία σχετικά με το εάν υπάρχει χάσμα απόδοσης ιδιωτικών-δημόσιων σχολείων στη Λατινική Αμερική και τον ρόλο των διακριτών φραγμών και της ανισότητας στην αποτελεσματικότητα. Ανέλυσαν τις βαθμολογίες σχολικής απόδοσης χρησιμοποιώντας δεδομένα από 705 σχολεία σε τέσσερις χώρες, Εκουαδόρ, Γουατεμάλα, Ονδούρα και Παραγουάη. Το αποτέλεσμα έδειξε ότι η απόδοση των ιδιωτικών σχολείων είναι υψηλότερη σε σχέση με τα δημόσια σχολεία. Έτσι, υπάρχει ένα θετικό χάσμα απόδοσης για τα ιδιωτικά σχολεία, με τη χαμηλότερη απόδοση στα δημόσια σχολεία να εξηγείται από τα πρόσθετα εμπόδια που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, όπως για παράδειγμα η υψηλότερη επικράτηση της εργασίας των μαθητών. Ωστόσο, στα δημόσια σχολεία υπάρχει μεγαλύτερο περιθώριο ενίσχυσης της αποτελεσματικότητας μέσω της μείωσης της ανισότητας και της παροχής ενισχυτικών τάξεων καθώς το χάσμα μεταξύ των πιο αποδοτικών και των λιγότερο αποδοτικών σχολείων είναι μεγαλύτερο μεταξύ των δημοσίων σχολείων (Delprato M. & Antequera G., 2021).

Ένα σημαντικό σημείο που πρέπει να αναφέρουμε είναι ότι ένα μεγάλο ποσοστό ερευνητών έχουν επικεντρωθεί στις επιπτώσεις που έχει στην επίδοση των μαθητών οι διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές στις οποίες οι μαθητές ζουν και πηγαίνουν σχολείο. Εκτενείς μελέτες έχουν δείξει ότι σε πολλές χώρες υπάρχει διαφορά μεταξύ μαθητών που τα σχολεία τους ανήκουν σε μειονεκτικές ή πλεονεκτικές περιοχές. (D.M. Brasington, 2002; Bratti M. et al, 2007). Ακόμα και στη Κίνα η οποία καταλαμβάνει τις πρώτες θέσεις στους διαγωνισμούς PISA και παρά την αριστεία των μαθητών της στην αξιολόγηση PISA, παρατηρείτε χάσμα επιδόσεων μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών (Hanol Lee, 2022).

Η μελέτη των Agasisti T. και Jose M. Cordero-Ferrera, 2013 για την Ιταλία και Ισπανία έχουν δείξει ότι και οι δύο χώρες επηρεάζονται από έντονη εσωτερική περιφερειακή ετερογένεια, όπου ορισμένες περιοχές έχουν βαθμολογίες επιδόσεων πολύ πάνω από τον

μέσο όρο του ΟΟΣΑ και άλλες τοποθετούνται μεταξύ των χειρότερων επιδόσεων στον τομέα του ΟΟΣΑ. Οι ερευνητές εφάρμοσαν μια ανάλυση σε τρία διαφορετικά επίπεδα (μαθητής, σχολείο και περιφέρεια) με στόχο να συγκριθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν την επίδοση των μαθητών. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από συνολικά 23 περιφέρειες (13 από την Ιταλία και 10 από την Ισπανία) που συμμετείχαν στο PISA 2006. Ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον σημείο είναι ότι η Ιταλία και η Ισπανία διαφέρουν ως προς τον θεσμικό ρόλο των περιφερειακών τους κυβερνήσεων. Πιο συγκεκριμένα, ενώ στην Ιταλία η εθνική κυβέρνηση έχει την κύρια ευθύνη για τη ρύθμιση και τη χρηματοδότηση της εκπαίδευσης, στην Ισπανία οι περιφέρειες επωφελούνται από πολύ μεγαλύτερη αυτονομία στο πνεύμα του ισπανικού φεντεραλισμού. Ως συνέπεια αυτών των διαφορετικών πλαισίων, θα πρέπει να αναμένει κανείς ότι το εκπαιδευτικό επίπεδο και τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να έχουν μεγαλύτερη διακύμανση στην Ισπανία από ότι στην Ιταλία, καθώς οι περιφέρειες που ανήκουν στην πρώτη διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό των εκπαιδευτικών πολιτικών. Ωστόσο, αυτό δεν συμβαίνει και στην πραγματικότητα η Ιταλία χαρακτηρίζεται από υψηλότερη διακύμανση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων μεταξύ των περιοχών από την Ισπανία (Tommaso Agasisti & Jose M. Cordero-Ferrera, 2013).

Επίσης άλλοι ερευνητές έδειξαν πάλι για την περίπτωση της Ιταλίας ότι οι μαθητές από βόρειες περιοχές έχουν καλύτερη επίδοση σε σχέση με μαθητές από νότιες περιοχές στο τομέα του αναγνωστικού εγγραμματισμού. Όπως επίσης ότι υπάρχουν διαφορές στο βαθμό που επιδρούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές σε χαμηλόβαθμους και υψηλόβαθμους μαθητές εφαρμόζοντας μοντέλα ποσοστιαίας παλινδρόμησης (QR) (Francesca Giambona & Mariano Porcu, 2015).

Στην εργασία των Bratti M., Checchi D. και Filippin A., 2007 διερευνήθηκε η ύπαρξη και το μέγεθος των γεωγραφικών διαφορών στις μαθηματικές ικανότητες των Ιταλών μαθητών. Έγινε ανάλυση πάνω νέο σύνολο δεδομένων που συνδυάζει δεδομένα από το PISA 2003 και πληροφορίες σχετικά με τις τοπικές οικονομικές συνθήκες και τα διοικητικά δεδομένα σε επίπεδο σχολείου. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική θετική συσχέτιση, μεταξύ των επαρχιών, μεταξύ των μαθηματικών γνώσεων και της υποδομής των σχολικών κτιρίων και της πιθανότητας τοπικής απασχόλησης. Περίπου το 75% της διαφοράς Βορρά-Νότου στη μαθηματική παιδεία οφείλεται σε διαφορές πόρων, ενώ οι γεωγραφικές διαφορές στις συναρτήσεις σχολικής παραγωγής αντιπροσωπεύουν το υπόλοιπο κλάσμα (Bratti, M., Checchi, D. & Filippin, A., 2007).

Όσο αφορά την περίπτωση της Κίνας η έρευνα που πραγματοποίησε ο Hanoi Lee, 2022 με δεδομένα του PISA 2018 εξετάζοντας τους παράγοντες που οδηγούν σε ανισότητες ακαδημαϊκών επιδόσεων σε επίπεδο σχολείου μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών αποκάλυψε σημαντικές ανισότητες. Τα μαθησιακά αποτελέσματα και τα χαρακτηριστικά των μαθητών π.χ. χρόνος μάθησης, κοινωνικοοικονομική κατάσταση και συναισθηματική υποστήριξη των γονέων παίζουν ουσιαστικό ρόλο στη διαφορά όχι μόνο μεταξύ αγροτικών – αστικών σχολείων αλλά και μεταξύ των σχολείων από ίδια γεωγραφική περιοχή. Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ανάγκη για προσαρμοσμένες πολιτικές (Hanoi Lee, 2022).

Επιπλέον μελέτες πάνω στα δεδομένα PISA έχουν πραγματοποιηθεί με μοντέλα παλινδρόμησης που χρησιμοποιούν ως ανεξάρτητη μεταβλητή διαφορετική από αυτή της επίδοσης των μαθητών στα γνωστικά αντικείμενα. Όπως για παράδειγμα η έρευνα των Nurullah Eryilmaz, Andrés Sandoval-Hernández, 2021 που προσπάθησε να ερμηνεύσει με χρήση πολυπαραγοντικών μοντέλων σε πολυεπίπεδη ανάλυση για το πως επιδρά το πολιτιστικό κεφαλαίο των μαθητών σύμφωνα με την ευρύτερη έννοια της θεωρίας του πολιτιστικού Κεφαλαίου του Bourdieu πάνω στην αντίληψη της ανατροφοδότησης, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίον οι μαθητές αντιλαμβάνονται την ανατροφοδότηση που δίνουν οι καθηγητές τους. Η μελέτη περιλάμβανε 75 χώρες κάνοντας χρήση στοιχείων του PISA 2018 (Nurullah Eryilmaz & Andrés Sandoval-Hernández, 2021).

Τέλος σε πολλές έρευνες έχουν χρησιμοποιηθεί δεδομένα του PISA ταυτόχρονα με δεδομένα εκτός του διαγωνισμού αυτού για διάφορους ερευνητικούς σκοπούς. Τόσο σε συνδυασμό με άλλα δεδομένα, όσο η επίδοση των μαθητών στους διαγωνισμούς PISA να λαμβάνει το ρόλο ανεξάρτητης μεταβλητής με στόχο να προβλέψει την εξαρτημένη μεταβλητή άλλων κοινωνικών, οικονομικών δεδομένων. Για παράδειγμα οι Jonna Pulkkinen και Juhani Rautopuro, 2022 μελέτησαν τη σχέση μεταξύ των επιδόσεων PISA και των σχολικών επιδόσεων χρησιμοποιώντας δεδομένα της φινλανδικής PISA 2015 και 2018 σε συνδυασμό με το εθνικό μητρώο εκπαιδευτικών αρχείων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αντιστοιχία μεταξύ των επιδόσεων του PISA και των σχολικών επιδόσεων είναι μέτρια. Οι βαθμολογίες επάρκειας PISA συσχετίστηκαν όχι μόνο με τους αντίστοιχους βαθμούς αλλά και με τους βαθμούς άλλων θεωρητικών μαθημάτων, υποδεικνύοντας ότι το τεστ PISA αξιολογεί ένα ευρύ φάσμα σχολικών επιδόσεων (Jonna Pulkkinen, Juhani Rautopuro, 2022).

2.2 Ερευνητικά ερωτήματα

Όπως είδαμε και στην προηγούμενη παράγραφο δεν υπάρχει καμία αμφιβολία για το ευρύ πεδίο και την πολυπλοκότητα της σχέσης μεταξύ των παραγόντων και της επίδρασης τους στις μαθησιακές ικανότητες και δεξιότητες που οδηγούν στην ενίσχυση της επίδοσης τους. Τα δεδομένα του ΟΟΣΑ είναι σε θέση να προσφέρουν ένα μεγάλο αριθμό μεταβλητών για έρευνες σχετικές με τα εκπαιδευτικά συστήματα πολλών χωρών παγκοσμίως. Στη συγκεκριμένη εργασία παρακολουθώντας την χαμηλή επίδοση των Ελλήνων μαθητών την τελευταία εικοσαετία μας έδωσε το έναυσμα να προσεγγίσουμε το λόγο της τόσο χαμηλής επίδοσης της Ελλάδας στην γενική κατάταξη των χωρών του ΟΑΣΑ. Το γεγονός αυτό μας ώθησε να μελετήσουμε πως επιδρούν ένα σύνολο χαρακτηριστικών μαθητή και σχολείου στην επίδοση στον διαγωνισμό PISA. Οι ερωτήσεις που τέθηκαν είναι:

- Πως επιδρά το οικογενειακό περιβάλλον που έχει μεγαλώσει ένας μαθητής στην επίδοση του;
- Σε τι βαθμό συμβάλουν τα χαρακτηριστικά του σχολείου όπως περιοχή, σχολικό πρόγραμμα παρακολούθησης, τύπος σχολείου (δημόσιο ή ιδιωτικό) στην απόδοση απόκτησης δεξιοτήτων ;
- Συμβάλει θετικά μια νομοθετική ρύθμιση που αποσκοπεί στη μείωση του αριθμού των μαθητών στη τάξη;
- Επιπρόσθετα τα τελευταία χρόνια η Ελλάδα είναι μια χώρα που δέχεται μια μεγάλη μεταναστευτική ροή οικογενειών των οποίων τα παιδιά ενσωματώνονται στα Ελληνικά σχολεία. Λόγω αυτού ένα επιπλέον ζήτημα που εξετάστηκε είναι αν η επίδοση των μαθητών με μεταναστευτικό υπόβαθρο παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τους μαθητές χωρίς μεταναστευτικό υπόβαθρο.

Τέλος ένα σημαντικό ερώτημα που απορρέει από το γεγονός ότι σε μια μαθητική κοινότητα διαφέρει το επίπεδο επίδοσης των μαθητών, είναι αν τα παραπάνω ερώτημα δέχονται διαφορετική απάντηση μεταξύ μαθητών χαμηλής επίδοσης και υψηλής επίδοσης.

- Υπάρχουν ανισότητες και ανομοιογένεια στο βαθμό που επιδρούν όλα τα προηγούμενα χαρακτηριστικά στην επίδοση μαθητών με διαφορετικά επίπεδα γνωστικών ικανοτήτων;

Όλα τα παραπάνω είναι ερωτήματα ιδιάζουσας σημασίας και έγινε προσπάθεια να απαντηθούν μέσω της παρούσας ανάλυσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

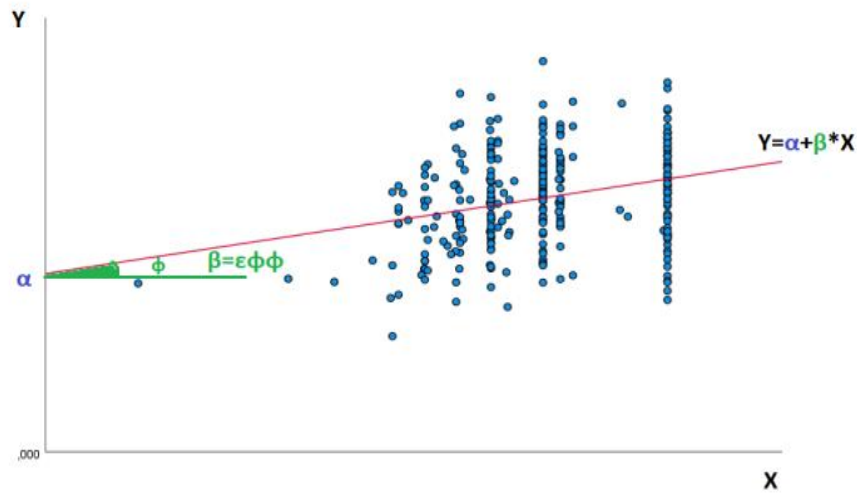
3.1 Γραμμική παλινδρόμηση

Σε κάθε κοινωνικοοικονομικό πείραμα και στατιστική έρευνα έχουμε ένα δείγμα του πληθυσμού όπου έχουν μετρηθεί κάποια χαρακτηριστικά του, με κάθε χαρακτηριστικό του να αποτελεί μια μεταβλητή. Ένας αρχικός τρόπος παρουσίασης και ανάλυσης των δεδομένων είναι η περιγραφή των χαρακτηριστικών αυτών μέσω γραφημάτων και πινάκων και ταυτόχρονα υπολογίζοντας κάποια στατιστικά μέτρα όπως μέτρα διασποράς (διακύμανση, τυπική απόκλιση, συντελεστή μεταβλητότητας κλπ.) και μέτρα θέσης (μέση τιμή, διάμεσος, επικρατούσα τιμή κ.λ.π.) ώστε να γίνουν πιο κατανοητά τα δεδομένα που έχουμε.

Παρόλα αυτά όμως κάθε φορά αναφερόμαστε ξεχωριστά σε μια μεταβλητή του δείγματος ενώ σε πολλές περιπτώσεις είναι εξίσου ενδιαφέρον να μελετηθούν ταυτόχρονα δυο ή περισσότερες μεταβλητές ώστε να προσδιορίσουμε τον βαθμό εξάρτησης τους, τη συσχέτιση που έχουν και σε τι βαθμό επιδρούν κάποιες μεταβλητές σε άλλες. Για το σκοπό αυτό έχει μεγάλη σημασία η εύρεση μιας συναρτησιακής σχέσης μεταξύ των μεταβλητών που θα οδηγήσει σε ένα μαθηματικό μοντέλο των χαρακτηριστικών του δείγματος με επίκεντρο τη δυνατότητα πρόβλεψης της μια μεταβλητής μέσω των άλλων. Αυτή η στατιστική ανάλυση ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis).

Η πιο απλή περίπτωση παλινδρόμησης είναι η απλή γραμμική παλινδρόμηση (simple linear regression) ενώ η πιο πολύπλοκη μέθοδος είναι η πολύπαραγοντική γραμμική παλινδρόμηση (multiple linear regression) όπου δυο ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές εξηγούν ένα ποσοστό της μεταβλητότητας της μέσης τιμής την εξαρτημένης μεταβλητής. Στην απλή παλινδρόμηση υπάρχει μια μόνο ανεξάρτητη μεταβλητή X (independent or input variable) η οποία εξηγεί την μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής Y (dependent or response variable). Η σχέση τους μπορεί να προσεγγιστεί ικανοποιητικά μέσω μια πληθυσμιακής γραμμικής συνάρτησης της μορφής $Y = \alpha + \beta * X$ όπου α και β συντελεστές.

Το α είναι το σημείο τομής της ευθείας με τον άξονα των τιμών του Y , δηλαδή είναι ίσο με τη τιμή του Y όταν το X είναι μηδέν και β είναι η κλίση της ευθείας όπου μας δείχνει ότι αν μεταβληθεί το X κατά μια μονάδα τότε το Y θα μεταβληθεί κατά β μονάδες ($\beta > 0$ αύξηση ή $\beta < 0$ μείωση).



Γράφημα 7. Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης

Επειδή όμως η σχέση δεν είναι ντετερμινιστική αλλά στοχαστική όπου για ίδιες τιμές του X δεν αντιστοιχούν ίδιες τιμές του Y το μοντέλο έχει και έναν επιπλέον όρο όπου μας δείχνει τη διαφορά της πραγματικής μετρήσιμης τιμής του Y με την προβλεπτική τιμή του Y που μας δίνει το μοντέλο, δεδομένου της τιμή του X και ονομάζεται σφάλμα ή διαταρακτικός όρος ϵ . Ουσιαστικά ο ϵ άγνωστη αυτή μεταβλητή διαδραματίζει το ρόλο των άγνωστων μεταβλητών που δεν έχουν μετρηθεί ή δεν έχουν συμπεριληφθεί στο μοντέλο και εξηγεί την υπολειπόμενη μη ερμηνεύσιμη μεταβλητότητα της εξαρτημένης μεταβλητής.

Άρα το στοχαστικό γραμμικό μοντέλο θα είναι:

$$Y_i = a + b \cdot X_i + \epsilon_i \quad (3.1)$$

και $\hat{Y}_i = \hat{a} + \hat{b} \cdot X_i$ (3.2) όπου \hat{Y}_i η τιμή πρόβλεψης

Σε αυτή την περίπτωση ενδιαφερόμαστε για την παλινδρόμηση του Y πάνω στη μεταβλητή X . Μέσω της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων ο στόχος είναι να προσδιοριστούν με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια οι παράμετροι α, β που ονομάζονται συντελεστές των μεταβλητών. Με αυτόν τον τρόπο θα έχει προσδιοριστεί το πιο κατάλληλο γραμμικό μοντέλο που θα εξηγεί ένα ποσοστό της μεταβλητότητας του Y .

3.1.1 Μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων (OLS)

Έστω λοιπόν ότι έχουμε ένα δείγμα με n παρατηρήσεις (X_i, Y_i) με $i = 1, 2, \dots, n$. Σύμφωνα με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων οι κατάλληλοι συντελεστές $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$ θα βρεθούν ελαχιστοποιώντας το άθροισμα των τετραγώνων των αποκλίσεων την πραγματικής τιμής Y_i από την θεωρητική τιμή \hat{Y}_i .

$$\left\{ \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \right\} \rightarrow \min \quad (3.3)$$

$$\text{Έστω } F(\varepsilon_i) = \left\{ \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \right\} \quad (3.4)$$

$$\hat{\alpha}, \hat{\beta} = \arg \min_{\alpha, \beta} \{F(\varepsilon_i)\} \quad (3.5)$$

$$\text{Όπου: } F(\varepsilon_i) = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \alpha - \beta \cdot X_i)^2 = F(\alpha, \beta) \quad (3.6)$$

Χρησιμοποιώντας διαφορικό λογισμό και λύνοντας τις παρακάτω εξισώσεις

$$\frac{\partial F}{\partial \alpha} = 0 \quad \text{και} \quad \frac{\partial F}{\partial \beta} = 0 \quad (3.7)$$

καταλήγουμε στις σχέσεις που ονομάζονται κανονικές εξισώσεις:

$$\sum_{i=1}^n Y_i - n \cdot \hat{\alpha} - \hat{\beta} \cdot \sum_{i=1}^n X_i = 0 \quad (3.8)$$

$$\sum_{i=1}^n X_i Y_i - \hat{\alpha} \cdot \sum_{i=1}^n X_i - \hat{\beta} \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 = 0 \quad (3.9)$$

Λύνοντας το παραπάνω σύστημα ως προς α και β παίρνουμε τις εκτιμήτριες $\hat{\alpha}, \hat{\beta}$

$$\hat{\beta} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right) \cdot \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)}{n \cdot \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)^2} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i - n \cdot \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \cdot \bar{X}^2} \quad (3.10)$$

$$\hat{\alpha} = \bar{Y} - \hat{\beta} \cdot \bar{X} \quad (3.11)$$

Διαφορετικά οι παραπάνω μαθηματικοί τύποι γίνονται

$$\hat{\beta} = \frac{\text{cov}(X,Y)}{S_X^2} \quad (3.12) \quad \text{και} \quad \hat{a} = \bar{Y} - \hat{\beta} \cdot \bar{X} \quad (3.13)$$

όπου $\text{cov}(X,Y)$, S_X^2 η συνδιακύμανση του X , Y και η διασπορά του X αντίστοιχα και οι μέσες

$$\text{τιμές:} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.14) \quad \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (3.15)$$

Επομένως με την μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων έχει βρεθεί η βέλτιστη ευθεία που μοντελοποιεί καλύτερα τα δεδομένα.

Όπως είδαμε η μέθοδος αυτή ελαχιστοποιεί το άθροισμα των τετράγωνων των σφαλμάτων. Αυτό το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων (**SSE**) συμβολίζεται με

$$\text{Sum of squares of errors: } SSE = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2 \quad (3.16)$$

Η παραπάνω σχέση μας δείχνει ένα μέτρο της μεταβλητότητας των πραγματικών τιμών γύρω από την ευθεία παλινδρόμησης, δηλαδή το σύνολο της μεταβλητότητας που δεν εξηγείται από το μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης και μπορεί να οφείλεται σε μεταβλητές που δεν έχουν συμπεριληφθεί σε αυτό ή σε σφάλματα μέτρησης.

Το συνολικό άθροισμα των τετραγώνων (**SSTO**) της απόκλισης των πραγματικών τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής από τη μέση τιμή αυτών δίνεται από τη σχέση:

$$\text{Total sum of squares: } SSTO = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (3.17)$$

Η παραπάνω σχέση εκφράζει ένα μέτρο της μεταβλητότητας των πραγματικών τιμών γύρω από την μέση τιμή των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή τη συνολική μεταβλητότητα των παρατηρήσεων του Y αν δεν λάβουμε υπόψη την ανεξάρτητη μεταβλητή X .

Το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης (**SSR**) εκφράζει το μέρος της μεταβλητότητας που εξηγείται από την εξαρτημένη μεταβλητή και μπορεί να οφείλεται σε αυτή, δηλαδή είναι το άθροισμα των αποκλίσεων της μέσης τιμής πρόβλεψης για κάθε τιμή της ανεξάρτητης μεταβλητής από την μέση πραγματική τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής.

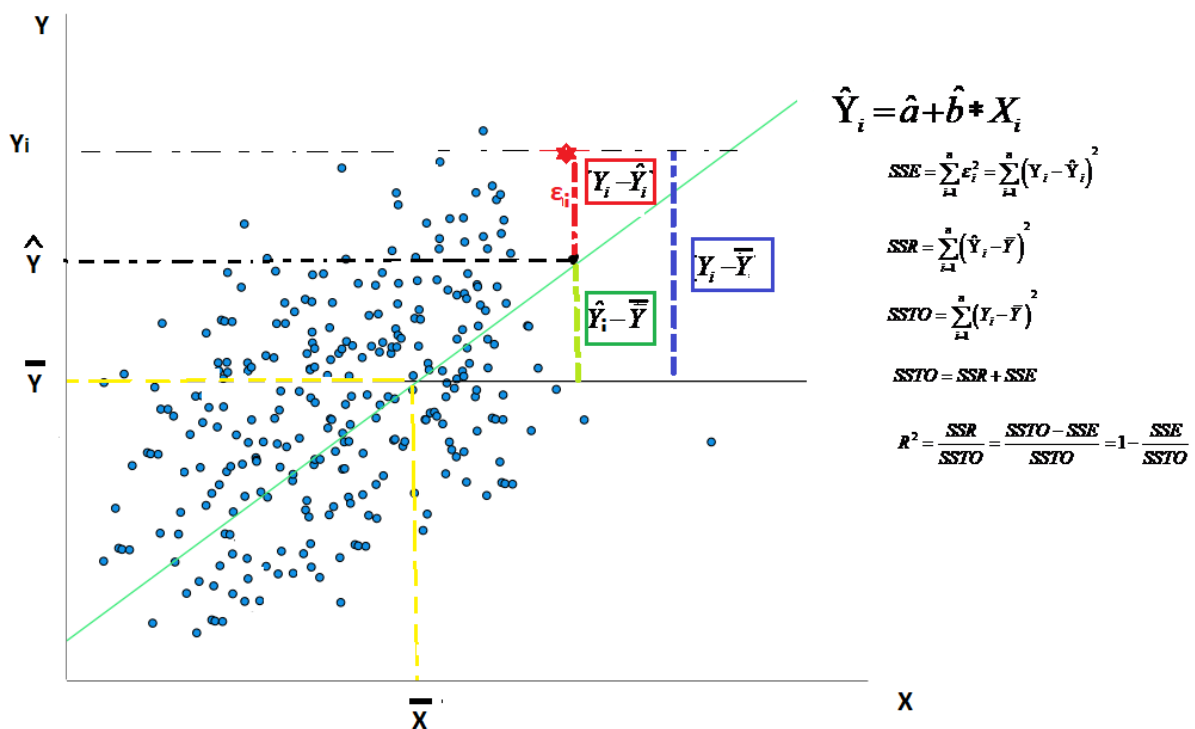
$$\text{Sum squares of Regression: } SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (3.18)$$

Άρα η συνολική μεταβλητότητα ($SSTO$) των παρατηρήσεων του δείγματος είναι το άθροισμα των τετραγώνων της παλινδρόμησης(SSR), το κλάσμα που εξηγείται από το μοντέλο και το άθροισμα των τετραγώνων των σφαλμάτων (SSE), δηλαδή το ποσό που δεν εξηγείται από την παλινδρόμηση και οφείλεται σε εξωτερικούς παράγοντες.

$$SSTO = SSR + SSE \quad (3.19)$$

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 εκφράζει το κλάσμα της αβεβαιότητας των πραγματικών τιμών που εξηγείται από το μοντέλο παλινδρόμησης, δηλαδή τι ποσοστό (με αναγωγή επί της %) της συνολικής μεταβλητότητας των παρατηρήσεων που εξηγείται από το γραμμικό μοντέλο ή τις ανεξάρτητες μεταβλητές X .

$$R^2 = \frac{SSR}{SSTO} = \frac{SSTO - SSE}{SSTO} = 1 - \frac{SSE}{SSTO} \quad (3.20)$$



Γράφημα 8. Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης (2)

3.1.2 Παραδοχές του γραμμικού υποδείγματος

Στην περίπτωση των γραμμικών μοντέλων και της ανάλυσης παλινδρόμησης για να ισχύουν τα συμπεράσματα κάνουμε κάποιες υποθέσεις και πρέπει να ικανοποιούνται κάποιες παραδοχές.

Αρχικά το μοντέλο πρέπει να έχει οριστεί καλά και να είναι σταθερό στη πάροδο του χρόνου. Η μέση τιμή των υπολοίπων του όρου σφάλματος να είναι μηδέν. Μια σημαντική παραδοχή είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές να είναι μεταξύ τους γραμμικά ανεξάρτητες ώστε να μην έχουμε συγγραμμικότητα ή πολύσυγγραμμικότητα. Επιπλέον η διασπορά των καταλοίπων πρέπει να είναι σταθερή ώστε να μην έχουμε ετεροσκεδαστικότητα. Τέλος αρκετές φορές πρέπει τα κατάλοιπα να ακολουθούν κανονική κατανομή και να μην υπάρχει αυτοσυσχέτιση μεταξύ τους.

Η παραδοχή της αυτόσυσχέτισης των καταλοίπων και της μέσης τιμής των καταλοίπων ικανοποιείται λόγω των κανονικών εξισώσεων επίλυσης και ότι στο υπόδειγμα έχουμε συμπεριλάβει τον σταθερό όρο ανεξάρτητα αν είναι στατιστικά σημαντικός ή όχι και χωρίς να έχει κάποια πρακτική ερμηνεία τις περισσότερες φορές. Επομένως δεν χρειάζεται να γίνουν περαιτέρω ενέργειες. Αντίθετα η κανονικότητα των σφαλμάτων, η ομοσκεδαστικότητα και η πολύσυγγραμμικότητα πρέπει να ελεγχτούν με γραφικές απεικόνιση των τυποποιημένων υπολοίπων ή διάφορα τεστ.

3.2 Ποσοστιαία παλινδρόμηση- Quantile Regression(QR)

Η ποσοστιαία παλινδρόμηση (QR) είναι μια μέθοδος ανάλυσης παλινδρόμησης που χρησιμοποιείται σε πολλά ερευνητικά πεδία όπως στην οικονομετρία και την στατιστική. Ενώ στην γραμμική παλινδρόμηση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων ο κύριος στόχος είναι η εκτίμηση των συντελεστών που προσεγγίζουν τον υπό όρο μέσο της εξαρτημένης μεταβλητής με γνώστες τις τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών, η ποσοστιαία παλινδρόμηση επικεντρώνεται σε εκτιμήσεις που προσεγγίζουν την τιμή της εξαρτημένης κατά μήκος της κατανομής των τιμών της. Πιο συγκεκριμένα αυτή η ανάλυση παλινδρόμησης στοχεύει στην εκτίμηση της τιμής της εξαρτημένης μεταβλητής σε διάφορα σημεία του σύνολο τιμών της. Τα σημεία αυτά μπορεί να είναι τα τεταρτημόρια (quartiles Q_1 , Q_3), η διάμεσος (Q_2), το 10%, 20%...90%, 95% (percentiles-εκατοστημόρια) των τιμών. Ουσιαστικά είναι μια πιο λεπτομερής

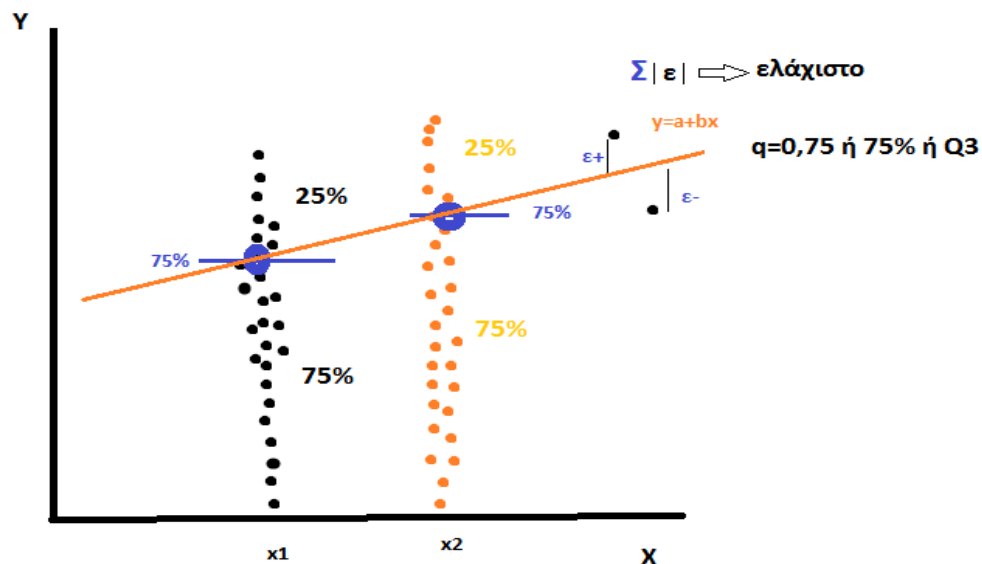
μέθοδος ανάλυσης όπου θα μπορούσαμε να πούμε ότι αντί για μια παλινδρόμηση γίνονται ταυτόχρονα πολλές επιμέρους παλινδρομήσεις στο σύνολο τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. Η τυπική και πιο ευρέως διαδεδομένη μέθοδος παλινδρόμησης μας δίνει τη δυνατότητα να εκτιμήσουμε το μέσο όρο $E(y|x)$, της κατανομής του Y . Αντίθετα οι ποσοτικές παλινδρομήσεις (QR) εξάγουν αποτελέσματα σχετικά με τη διαφορά μεταξύ επιλεγμένων σημείων σε όλη την κατανομή του Y . Με αυτό το τρόπο παρέχεται στον ερευνητή η δυνατότητα της σύγκρισης κυρίως μεταξύ των χαμηλών τιμών (5%, 10%) και των υψηλών τιμών (90%, 95%) της εξαρτημένης μεταβλητής όπου λαμβάνει και το μεγαλύτερο ερευνητικό ενδιαφέρον ή μια εικόνα για το τρόπο που μεταβάλλονται οι εκτιμήτριες β κατά μήκος της κατανομής των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής και όχι αποκλειστικά μια εκτίμηση μόνο ως προς τη μέση τιμή αυτής (Davino C, 2014).

3.2.1 Μέθοδος ποσοστιαίας παλινδρόμησης(QR)

Έστω ότι θέλουμε να μελετήσουμε πως επιδρά μια ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές σε μια εξαρτημένη μεταβλητή σε διάφορα σημεία της κατανομής της. Οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής κατατάσσονται σε αύξουσα σειρά σε διάφορες κλάσεις όπου κάθε κλάση χωρίζει ένα ποσοστό των τιμών εκατέρωθεν της τιμής που αντιστοιχεί στο q_{th} ποσοστιμόριο (quantile), όπου $q_{th} \ 0 < q < 1$. Οπότε $q \cdot 100\%$ των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής είναι κάτω από την τιμή που αντιστοιχεί στο q_{th} και το υπόλοιπο $(1-q) \cdot 100\%$ των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής είναι πάνω από την τιμή αυτή. Η ανάλυση παλινδρόμησης κάθε φορά θα γίνει ως προς την τιμή που αντιστοιχεί στο q_{th} ποσοστιμόριο. Για κάθε επίπεδο της ανεξάρτητης μεταβλητής X οι τιμές της εξαρτημένης κατατάσσονται κατά αύξουσα τιμή και υπολογίζετε η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής που αντιστοιχεί στα εκατοστημόρια που μας ενδιαφέρουν. Για παράδειγμα για $q=0.5$ που είναι η διάμεσος υπολογίζετε η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής που αντιστοιχεί στη τιμή της διάμεσου δηλαδή στο 50%. Αυτό γίνεται για κάθε επίπεδο της εξαρτημένης μεταβλητής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση έχουμε 50% των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής πάνω και 50% των τιμών κάτω από την τιμή του $q_{0.5}$.

Στη συνέχεια χαράσσεται η ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης όπου για να βρεθούν οι κατάλληλες εκτιμήτριες σε κάθε περίπτωση η μέθοδος που εφαρμόζεται στηρίζεται σε αλγόριθμους γραμμικού προγραμματισμού (linear programming). Εδώ το ζητούμενο είναι το άθροισμα των σταθμισμένων απολύτων τιμών των αποκλίσεων από την ευθεία που διέρχεται

από το q_{th} , δηλαδή το άθροισμα των απόλυτων τιμών των καταλοίπων να είναι ελάχιστο. Με αυτό το τρόπο μπορούμε να υπολογίσουμε τους κατάλληλους συντελεστές απόκρισης σε διάφορα εκατοστημόρια, για παράδειγμα από 0% έως 100% των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής για κάθε ανεξάρτητης μεταβλητή X . Οπότε έχουμε μια εκτίμηση των βέλτιστων συντελεστών β_{qk} όπου $k=1\dots k$ ο αριθμός των ανεξάρτητων μεταβλητών και $0 < q < 1$ (πχ. ... $q=0,1\dots q=0,25\dots q=0,75\dots q=0,95\dots$) οι οποίοι δίνουν την βέλτιστη ευθεία ή ομάδα ευθειών.



Γράφημα 9. Ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης στο Q_3 τεταρτημόριο

Οπότε με τη μέθοδο της ποσοστιαίας παλινδρόμησης(quantile regression) έχουμε μια πιο στιβαρή και εις βάθος ανάλυση, πρόβλεψη και περιγραφή των δεδομένων σε όλη τη κατανομή της εξαρτημένης μεταβλητής, όπου μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για ανομοιογένεια και μεταβλητότητα της επιρροής των επεξηγηματικών μεταβλητών πάνω στην εξαρτημένη τόσο στις ουρές της κατανομής όσο και σε διαφορετικά σημεία αυτής (Davino C. 2014).

Έστω λοιπόν ότι έχουμε ένα δείγμα με μια εξαρτημένη μεταβλητή Y και ένα σύνολο ανεξάρτητων μεταβλητών X . Τότε ισχύει $Y = \beta_{q0} + \beta_{q1} \cdot X_1 + \beta_{q2} \cdot X_2 + \dots + \varepsilon$ για διάφορα σημεία q της κατανομής της Y και ε το σφάλμα το οποίο είναι η διαφορά της πραγματικής τιμής του Y από το Y_q που αντιστοιχεί στη προβλεπόμενη τιμή Y σε κάθε σημείο q .

Βάσει της QR-ανάλυσης το ζητούμενο είναι να προβλέψουμε την τιμή της Y που αντιστοιχεί στο σημείο q μέσω της εκτίμησης των συντελεστών β , δηλαδή το Y_q όπου $Y_q = Q_q(Y|X) = \beta_{q0} + \beta_{q1} \cdot X_1 + \beta_{q2} \cdot X_2 + \dots = X \cdot \beta_q$ όπου $X \cdot \beta_q$ γραμμικός συνδυασμός ανεξάρτητων μεταβλητών και σταθεράς στα σημεία μελέτης q όπου ισχύει $0 < q < 1$.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες σελίδες έχουμε ότι το σημείο q , είναι η πιθανότητα οι τιμές του Y να είναι μικρότερες ή ίσες της τιμής Y_q ή η ελάχιστη τιμή του Y για την οποία το ποσοστό $(1-q)100\%$ των προβλεπόμενων τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής είναι πάνω από την τιμή Y_q .

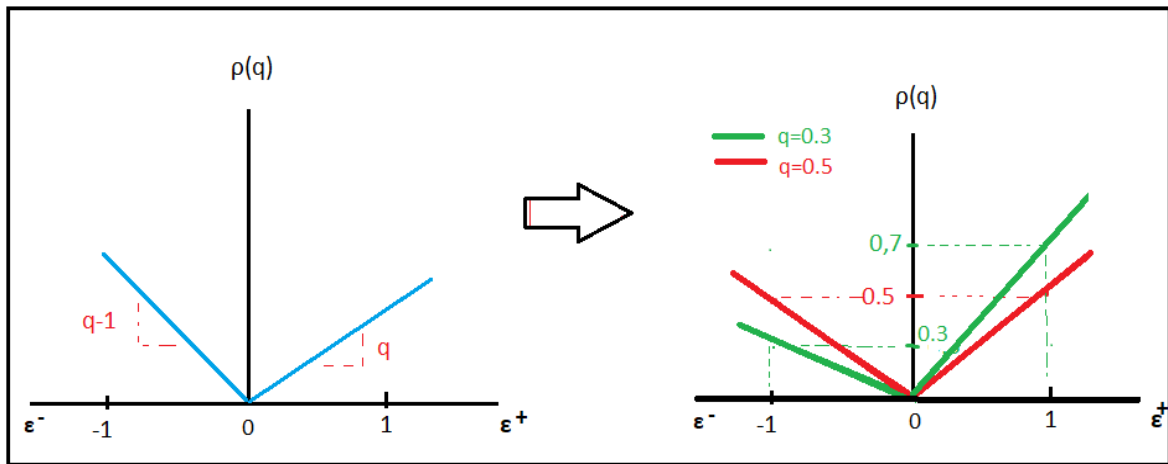
$$\text{Έχουμε: } q = P(Y \leq Y_q) = P(Y \leq \beta_q X) = F(q) \quad (3.21)$$

Όπου $F(\cdot)$ η συνάρτηση αθροιστικής κατανομής(CDF). Κάνοντας χρήση της αντίστροφης συνάρτησης $F^{-1}(\cdot)$ μας δίνετε η τιμή του Y_q που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο σημείο q για κάθε επίπεδο της X . Το επόμενο βήμα είναι να υπολογιστούν οι βέλτιστες εκτιμήτριες της κλίσης της ευθείας (αν οι ανεξάρτητες μεταβλητές είναι πάνω από μια τότε αντί για ευθεία έχουμε ένα πολυδιάστατο επίπεδο με τους συντελεστές β να είναι διανύσματα).

Οι κατάλληλοι συντελεστές β_q είναι αυτοί που προκύπτουν από τη συνθήκη όπου το άθροισμα των σταθμισμένων απόλυτων σφαλμάτων να είναι ελάχιστο.

$$\beta_q = \underset{\beta}{\operatorname{argmin}} [\rho \cdot (Y - \beta_q X)] \quad (3.22)$$

Η συνάρτηση κόστους $\rho \cdot (Y - \beta_q X)$ είναι μια ασύμμετρη γραμμική συνάρτηση σφάλματος όπου δίνει μια στάθμιση q στα θετικά σφάλματα και στάθμιση $(q-1)$ στα αρνητικά σφάλματα. Όταν το $q=0.5$ (διάμεσος) η συνάρτηση είναι συμμετρική, ενώ αν $q>0.5$ δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στις υποεκτιμήσεις και μικρότερη στις υπερεκτιμήσεις. Οπότε αυτή η συνάρτηση μετρική σφάλματος δίνει ένα πέναλτι μεγαλύτερης βαρύτητας στις μεγάλες απόλυτες θετικές αποκλίσεις της πραγματικής τιμής από την προβλεπόμενη τιμή της Y στο σημείο q της κατανομής της εξαρτημένης μεταβλητής σε σχέση με το πέναλτι στις μεγάλες απόλυτες τιμές των αρνητικών σφαλμάτων. Το αντίθετο συμβαίνει αν το $q<0.5$. Με απλά λόγια λειτουργεί σαν μια δύναμη που έλκει την ευθεία γραμμικής παλινδρόμησης να σχεδιαστεί στο καθορισμένο σημείο q (Furno M, 2018).



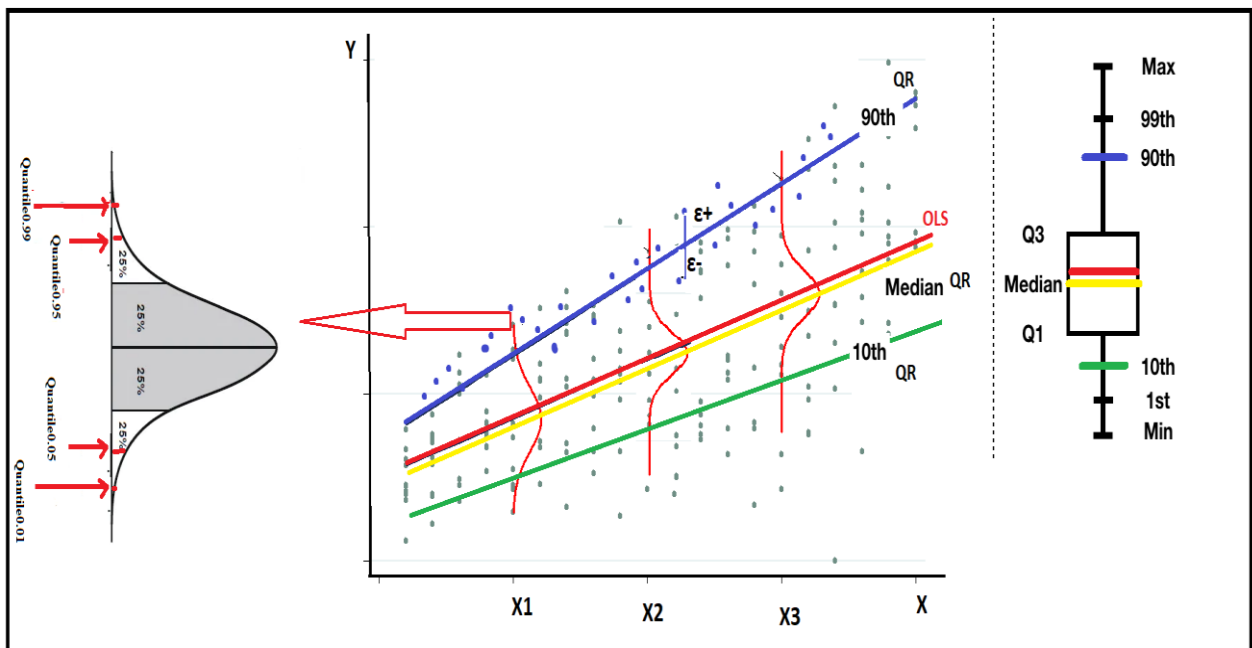
Γράφημα 10. Συνάρτηση κόστους(loss function)

Οπότε η εξίσωση (3.2.1.2) ικανοποιείται λύνοντας την παρακάτω σχέση της ελαχιστοποίησης του σταθμισμένου αθροίσματος των απόλυτων σφαλμάτων, με χρήση μεθόδων γραμμικού προγραμματισμού (linear programming).

$$\min\{\sum_{Y_i > X\beta} q[Y - \beta X] + \sum_{Y_i < X\beta} (q - 1)[Y - \beta X]\} \quad (3.23)$$

$$\min\{\sum_{\varepsilon^+} q|\varepsilon^+| + \sum_{\varepsilon^-} (1 - q)|\varepsilon^-|\} \quad (3.24)$$

Με αυτό τον τρόπο γίνεται εκτίμηση μιας ομάδας των συντελεστών β_q σε διάφορα σημεία της κατανομής ώστε να πραγματοποιηθεί μια πιο λεπτομερής ανάλυση των δεδομένων.



Γράφημα 11. OLS & QR-παλινδρόμηση στα σημεία $q=0.1, 0.5, 0.9$

3.3 Πλεονεκτήματα Ποσοστιαίας παλινδρόμησης (QR vs OLS)

Όπως είδαμε οι παραπάνω μέθοδοι ανάλυσης παλινδρόμησης χρησιμοποιούν διαφορετική συνάρτηση κόστους για την εκτίμηση του σφάλματος. Η πολλαπλή παλινδρόμηση κάνει χρήση του τετραγωνικού σφάλματος ενώ η ποσοστιαία παλινδρόμηση του σταθμισμένου απόλυτου σφάλματος. Η QR-παλινδρόμηση είναι μια πιο εξελιγμένη μορφή παλινδρόμησης και μπορεί να θεωρηθεί ως επέκταση της πολλαπλής παλινδρόμησης. Εισήχθη από τους Koenker και Basset (Koenker, R., Basset, G.J., 1978) για εφαρμογή σε δεδομένα στα οποία δεν πληρούνται κάποιες παραδοχές όπως ομοσκεδαστικότητα και κανονικότητας των σφαλμάτων. Η QR μέθοδος αυτή δεν είναι ευαίσθητη σε ακραίες τιμές όπως η OLS μέθοδος και μπορεί να εφαρμοστεί σε δεδομένα για να γίνει μια πιο λεπτομερής ανάλυση κατά μήκος της εξαρτημένης μεταβλητής προσφέροντας την δυνατότητα για παρατηρήσεις ανομοιογένειας και συγκρίσεις του βαθμού επίδρασης των ανεξάρτητων μεταβλητών. Τέλος η προϋπόθεση που πρέπει τηρείται και ίσως το μόνο μειονέκτημα, έχει σχέση με το πλήθος του δείγματος το οποίο πρέπει να είναι μεγάλο. Αντιθέτως η πολλαπλή παλινδρόμηση της συνεχής μέσης τιμής του Y μπορεί να εφαρμοστεί και σε μικρά δείγματα. Με αυτή τη παραδοχή είναι εφικτή η πρόβλεψη και στα άκρα των κατανομών (Davino C, 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : Περιγραφική στατιστική δεδομένων

4.1 Δεδομένα

Τα αποτελέσματα στο γνωστικό αντικείμενο των μαθητών και οι απαντήσεις στα επιπλέον ερωτηματολόγια που αφορούν το οικογενειακό τους υπόβαθρο, τα χαρακτηριστικά των μαθητών, τις στάσεις, τις αντιλήψεις τους κλπ., όπως επίσης οι απαντήσεις των διευθυντών για τα χαρακτηριστικά των σχολείων είναι διαθέσιμα στην ηλεκτρονική σελίδα του ΟΟΣΑ.

Για την Ελλάδα υπάρχουν διαθέσιμα δυο ειδών ερωτηματολόγια, το ένα αφορά το ερωτηματολόγιο των μαθητών και το άλλο το ερωτηματολόγιο των διευθυντών. Βάσει των απαντήσεων των μαθητών και των διευθυντών έχει δημιουργηθεί μια μεγάλη βάση δεδομένων διαθέσιμη στο κοινό και στους ερευνητές που ενδιαφέρονται για μελέτες με επίκεντρο τον διαγωνισμό PISA. Εκτός από τις απαντήσεις σε διάφορες ερωτήσεις έχουν δημιουργηθεί επιπλέον μεταβλητές με ειδικούς μεθόδους ώστε να είναι δυνατή και πιο εύκολη η σύγκριση μεταξύ των χωρών τόσο την ίδια χρονική στιγμή όσο και διαχρονικά. Επομένως οι πληροφορίες που παρέχονται είναι πάρα πολλές και οι έρευνες με επίκεντρο τα εκπαιδευτικά συστήματα παγκοσμίως είναι μεγάλοι βεληνεκούς.

Τα δεδομένα για τον διαγωνισμό PISA 2018 συλλέχτηκαν από ένα δείγμα μαθητών πάνω από 600.000 που φοιτούν σε ένα μεγάλο αριθμό σχολείων παγκοσμίως. Η επιλογή των σχολείων πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της στρωματοποιημένης δειγματοληψίας και οι μαθητές με τυχαία επιλογή, ώστε να αντικατοπτρίζεται με τον καλύτερο τρόπο το σύνολο των σχολείων και οι μαθητές να εκπροσωπούν με μεγαλύτερη ακρίβεια το σύνολο της μαθητικής κοινότητας. Στην περίπτωση της Ελλάδας το δείγμα αποτελείται από 6.403 το οποίο εκπροσωπεί 95.000 Έλληνες μαθητές της ίδιας ηλικίας. Οι μαθητές έχουν ημερομηνία γέννησης το 2002 και ηλικία 15-16 χρονών, οι οποίοι τη στιγμή του διαγωνισμού παρακολουθούσαν το πρόγραμμα σπουδών της Γ γυμνασίου ή της Α λυκείου και ήταν εγγεγραμμένοι σε 242 διαφορετικά σχολεία. Τα δυο αρχεία που ήταν διαθέσιμα για τους Έλληνες μαθητές περιείχαν ένα τεράστιο αριθμό πληροφοριών τόσο για τον μαθητή όσο και για τα σχολεία. Η ανάλυση έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS-28 που παρέχεται από την αμερικανική πολυεθνική εταιρεία τεχνολογίας IBM αφού πρώτα έγινε συνένωση των αρχείων που περιείχε μεταβλητές με τα χαρακτηριστικά του σχολείου με αυτό που περιείχε

χαρακτηριστικά των μαθητών. Για την περαιτέρω ανάλυση επιλέχθηκε η περίπτωση της Ελλάδας και κάποιες μεταβλητές που αντιπροσωπεύουν χαρακτηριστικά των μαθητών αλλά και των σχολείων στα οποία φοιτούν.

Η επιλογή της Ελλάδας και η συμμετοχή της στον διαγωνισμό του 2018 έγινε για το λόγο ότι η Ελλάδα αποτελεί μια ειδική περίπτωση που χρήζει περαιτέρω έρευνας λόγω της χαμηλής επίδοσης των μαθητών και επειδή το 2018 ήταν αφενός ο τελευταίος ποιο πρόσφατος διαγωνισμός πριν την έναρξη της υγειονομικής κρίσης του 2019, και αφετέρου επειδή οι μαθητές αυτοί έχουν ζήσει τα περισσότερα χρόνια της ζωής τους σε ένα περιβάλλον όπου η οικονομική κρίση που διένυσε η Ελλάδα από το 2008 μέχρι σήμερα είχε σημαντική επίδραση στις οικογένειές τους, στην κοινωνία που ζουν και στην πορεία τους στο σχολείο. Επομένως σε περίπτωση μελλοντικής μελέτης της επίδοσης των μαθητών του διαγωνισμού 2022 να υπάρχει η βάση σύγκρισης και διεύρυνσής σε τι βαθμό η υπάρχουσα κρίση επηρέασε την επίδοση των μαθητών και τα χαρακτηριστικά του σε σχέση με την οικονομική κρίση πριν το 2018.

4.2 Μεταβλητές

Τα δυο αρχεία που είναι διαθέσιμα στη βάση δεδομένων του ΟΑΣΑ για την περίπτωση της Ελλάδας προσφέρουν πάνω από 1000 μεταβλητές για ανάλυση. Κάθε μεταβλητή αντανakλά ένα χαρακτηριστικό του μαθητή από τον ίδιο, της οικογένειάς του ή το ευρύτερο περιβάλλον που ζει και πηγαίνει σχολείο. Επιπλέον δέκα εύλογες τιμές έχουν υπολογιστεί μέσω των απαντήσεων που σχετίζονται με κάθε γνωστικό πεδίο εξέτασης. Αυτές οι τιμές ενσωματώνουν τις ικανότητες των μαθητών και το επίπεδο εγγραμματος στο οποίο κατατάσσονται. Ο υπολογισμός της επίδοσης των μαθητών που αντανakλάται μέσω των εύλογων τιμών οι οποίες είναι ευρέως διαδεδομένες σε έρευνες μεγάλους βεληνεκούς όπως αυτή όπου το ζητούμενο είναι να μετρηθεί και να αξιολογηθεί το εύρος των ικανοτήτων της μαθητικής κοινότητας σε παγκόσμιο επίπεδο. Για την αποτύπωση των επιδόσεων των μαθητών με το βέλτιστο τρόπο έχει γίνει χρήση ψυχομετρικών μοντέλων (Rash analysis) όπου συνδυάζεται εκτός από την σωστή απάντηση στην ερώτηση και ο βαθμός δυσκολίας. Έπειτα με τη θεωρία απόκρισης οι βαθμολογίες αυτές μετασχηματίζονται ώστε να ακολουθούν κανονική κατανομή με μέση τιμή 500 που αντιστοιχεί στο μέσο όρο των μαθητών στις χώρες του ΟΟΣΑ και τυπική απόκλιση 100 (OECD, 2020).

Από το σύνολο των υπολοίπων μεταβλητών που έχουν προκύψει, μέσω των απαντήσεων στα επιπλέον ερωτηματολόγια, κάποιες μεταβλητές είναι ποιοτικές (κατηγορικές ιεραρχικές ή ονομαστικές) και κάποιες είναι ποσοτικές (συνεχείς ή διακριτές). Εκτός από τις μεταβλητές που απορρέουν άμεσα από τις απαντήσεις των μαθητών και των διευθυντών, μεταβλητές-δείκτες έχουν προκύψει μέσω μεθόδων ανάλυσης που στηρίζονται στην θεωρία απόκρισης στοιχείων (IRT theory). Επιπλέον δείκτες-μεταβλητές (WLE) που ονομάζονται δείκτες διπλής κλίμακας έχουν κατασκευαστεί μέσω επανακωδικοποίησης έτσι ώστε ο μέσος μαθητής στις χώρες του ΟΑΣΑ να έχει χαρακτηριστική τιμή μηδέν στις μεταβλητές αυτές και η τυπική απόκλιση να ισούται με ένα. Με αυτό το τρόπο αν ένας μαθητής έχει αρνητική τιμή δεν σημαίνει ότι έχει δώσει αρνητικές απαντήσεις αλλά ότι αν έχει τιμή για παράδειγμα -1 σε σχέση με ένα μαθητή που έχει στην μεταβλητή αυτή τιμή -2 σημαίνει ότι έχει δώσει πιο θετικές απαντήσεις (OECD, 2020a).

Η μέθοδος της θεωρίας απόκρισης έχει χρησιμοποιηθεί για δυο κύριους λόγους. Πρώτον για να είναι συγκρίσιμα τα χαρακτηριστικά των μαθητών μεταξύ των χωρών και δεύτερον για να είναι πιο εύκολα να ερευνηθούν και προκύψουν αξιόπιστα αποτελέσματα. Τόσο για κάθε χώρα χωριστά όσο και για σύγκριση μεταξύ των χωρών την ίδια χρονική περίοδο αλλά και διαχρονικά.

4.3 Επιλογή μεταβλητών για ανάλυση

Οι μεταβλητές που συμπεριλάβαμε στην ανάλυση που πραγματοποιήσαμε επιλέχθηκαν από μια ευρύτερη ομάδα, ακολουθώντας εκτιμήσεις από προηγούμενες αναφορές στην βιβλιογραφία. Επιπλέον συμπεριλάβαμε κάποιες μεταβλητές όπως η συναισθηματική υποστήριξη που λαμβάνουν οι μαθητές από τις οικογένειες τους, η προσωπική προσπάθεια που καταβάλουν μέσω του χρόνου μελέτης και μια μεταβλητή που σχετίζεται με το αν οι μαθητές παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα εκτός σχολείου. Την τελευταία μεταβλητή την προσθέσαμε στα μοντέλα ανάλυσης για το λόγο ότι η παρακολούθηση επιπλέον μαθημάτων είναι συχνό φαινόμενο για τους Έλληνες μαθητές λόγω της φύσης του Ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος.

➤ **Εξαρτημένη μεταβλητή : PV_SCIENCE_MEAN**

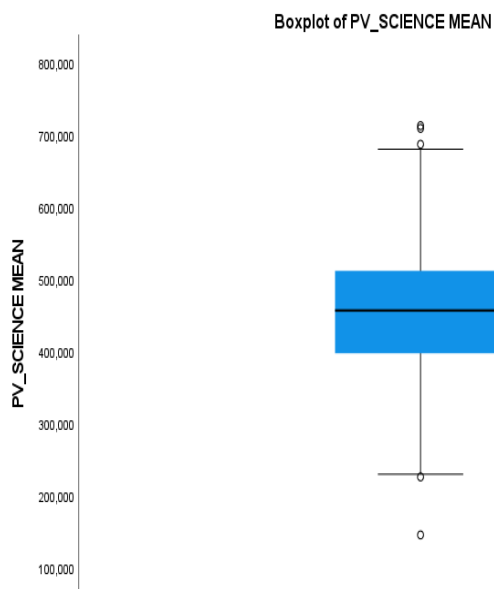
Η εξαρτημένη μεταβλητή στα μοντέλα που μελετήθηκαν είναι η επίδοση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες που περιέχεται στη βάση δεδομένων του PISA με τη μορφή δέκα εύλογων τιμών. Αν και έχει γίνει εκτενής αναφορά στο τρόπο που πρέπει να χρησιμοποιούνται αυτές οι μεταβλητές για να έχουμε αμερόληπτα αποτελέσματα, όπου προτείνεται να χρησιμοποιείτε ξεχωριστά κάθε τιμή και στο τέλος να υπολογίζεται η μέση τιμή των προβλεπτικών συντελεστών, πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν είτε μια από αυτές είτε τον μέσο όρο τους λόγω πιο απλοϊκών υπολογισμών. Προηγούμενες έρευνες έχουν καταλήξει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα αποτελέσματα σχετικά με τον τρόπο χρήσης αυτών και οι διαφορές είναι μικρές (Aparicio J.et.al, 2021). Οπότε στην εργασία αυτή υπολογίστηκε η μέση τιμή των δέκα αυτών βαθμολογιών.

Πίνακας 3: Αληθοφανείς τιμές στις θετικές επιστήμες(PV)

	Plausible Value 1 in Science	Plausible Value 2 in Science	Plausible Value 3 in Science	Plausible Value 4 in Science	Plausible Value 5 in Science	Plausible Value 6 in Science	Plausible Value 7 in Science	Plausible Value 8 in Science	Plausible Value 9 in Science	Plausible Value 10 in Science
N	Valid	6403	6403	6403	6403	6403	6403	6403	6403	6403
	Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	454,96298	452,58929	453,92479	454,67647	455,35562	453,89338	454,30852	454,67245	454,08722	454,78029
Median	456,26500	454,15700	454,47000	457,75500	456,56400	455,14700	455,45700	456,22100	455,30400	455,29600
Std. Deviation	85,821432	86,642918	85,415376	85,124694	85,337467	83,553067	84,334517	85,153967	84,858348	84,641950
Range	580,824	585,152	583,519	633,233	600,527	642,231	566,787	594,189	627,322	611,267
Minimum	180,187	165,698	154,246	105,810	125,465	163,001	149,393	141,466	106,455	119,961
Maximum	761,011	750,850	737,765	739,043	725,992	805,232	716,180	735,655	733,777	731,228

Πίνακας 4: PV_SCIENCE_MEAN

PV_SCIENCE_MEAN		
N	Valid	6403
	Missing	0
Mean		454,32510
Median		456,66580
Std. Deviation		79,222702
Range		567,064
Minimum		145,563
Maximum		712,628



Γράφημα 12. Box-plot μέσης επίδοσης

➤ Ανεξάρτητες μεταβλητές

❖ Ποσοτικές –scale (συνεχείς-διακριτές)

Στη συνέχεια ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιηθήκαν κάποιες συνεχείς μεταβλητές που έχουν σχέση με το οικογενειακό υπόβαθρο των μαθητών και μια ποσοτική μεταβλητή **SMINS**, που σχετίζεται με την προσωπική προσπάθεια που καταβάλει ο κάθε μαθητής για κατανόηση και απόκτηση της γνώσης, η οποία είναι ο χρόνος που αφιερώνει σε λεπτά ανά εβδομάδα για μελέτη [**Learning time (minutes per week) – science**] (OECD, 2020).

Η μεταβλητή **EMOSUPS** αντανακλά την συναισθηματική υποστήριξη που δέχονται οι μαθητές από τους γονείς τους και κατασκευάστηκε με βάση μια ερώτηση που ρωτά τους μαθητές εάν συμφωνούν με τέσσερις πιθανές απαντήσεις («διαφωνώ απόλυτα», «διαφωνώ», «συμφωνώ», «συμφωνώ απόλυτα») στις ακόλουθες ερωτήσεις : «Οι γονείς μου υποστηρίζουν τις εκπαιδευτικές μου προσπάθειες και τα επιτεύγματά μου». «Οι γονείς μου με στηρίζουν όταν αντιμετωπίζω δυσκολίες στο σχολείο» και «Οι γονείς μου με ενθαρρύνουν να έχω αυτοπεποίθηση». Μεγαλύτερες τιμές σε αυτήν την μεταβλητή σημαίνει ότι οι μαθητές αντιλαμβάνονται μεγαλύτερα επίπεδα ψυχολογικής υποστήριξης από τους γονείς τους και οι θετικές τιμές αντιστοιχούν σε υψηλότερα επίπεδα υποστήριξης σε σχέση με τον μέσο μαθητή στις χώρες του ΟΑΣΑ στον οποίο αντιστοιχεί η τιμή μηδέν [**Parents' emotional support perceived by student (WLE)**].

Η μεταβλητή **CULTPOSS**, που σχετίζεται με το επίπεδο των αγαθών σχετικά με πολιτιστικούς πόρους που διαθέτει η οικογένεια του μαθητή δημιουργήθηκε βάση των απαντήσεων στο εάν έχουν τα ακόλουθα αντικείμενα στο σπίτι: βιβλία κλασικής λογοτεχνίας και ποίησης, έργα τέχνης, πίνακες ζωγραφικής. Υψηλότερες τιμές στον δείκτη αυτό σημαίνει πιο πολλά πολιτιστικά αγαθά στο σπίτι [**Cultural possessions at home (WLE)**].

Ο δείκτης **WEALTH**, πλούτου-οικονομικής κατάστασης της οικογένειας έπρεπε να δημιουργηθεί ώστε να είναι συγκρίσιμος μεταξύ των χωρών όλου του κόσμου με διαφορετικό τρόπο από το εισερχόμενο εισόδημα σε κάθε οικογένεια, για το λόγο ότι οι αποδοχές εργασίας παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές από κράτος σε κράτος. Επομένως η κατασκευή του δείκτη αυτού βασίστηκε σε απαντήσεις των μαθητών για το αν έχουν κάποια συγκεκριμένα υλικά αγαθά. Οι ερωτήσεις που απάντησαν οι μαθητές ήταν σχετικές με το αν είχαν τα ακόλουθα στο σπίτι: ένα δικό τους δωμάτιο, σύνδεση στο internet, ένα DVD player, αριθμό των κινητών τηλεφώνων, τηλεοράσεων, υπολογιστών, αυτοκινήτων, των αριθμό των μπάνιων στο σπίτι καθώς και 3 άλλα είδη ξεχωριστά για κάθε χώρα που στη περίπτωση της Ελλάδας ήταν η διαθεσιμότητα του χώρου παρκινγκ, συναγερμού και πλυντηρίου πιάτων. Οι υψηλότερες τιμές αντιπροσωπεύουν υψηλότερο επίπεδο πλούτου [**Family Wealth (WLE)**] (OECD, 2020).

Μια επιπλέον μεταβλητή η **HEDRES**, μετρά τα αγαθά στο σπίτι που σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση και υποδηλώνει τα διαθέσιμα εκπαιδευτικά αγαθά. Αυτός ο δείκτης αντικατοπτρίζει την ύπαρξη εκπαιδευτικών πόρων στο σπίτι, συμπεριλαμβανομένου ενός γραφείου και ενός ήσυχου χώρου για μελέτη, ενός υπολογιστή που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι μαθητές για σχολικές εργασίες, εκπαιδευτικό λογισμικό, βιβλία για τη βοήθεια των μαθητών στο σχολείο, βιβλία τεχνολογίας και ένα λεξικό [**Home educational resources (WLE)**].

Τέλος μια συνεχή μεταβλητή η οποία σύμφωνα με την βιβλιογραφική αναφορά είναι ισχυρός προβλεπτικός παράγοντας είναι ο δείκτης **ESCS**. Ο δείκτης αυτός είναι μεταβλητή δεύτερης κλίμακας όπου για την κατασκευή της έχουν χρησιμοποιηθεί 3 επιμέρους δείκτες, το μορφωτικό επίπεδο των γονέων, το επίπεδο επαγγελματικής κατάστασης και ένας δείκτης που αφορά τα διαθέσιμα υπάρχοντα αγαθά στο σπίτι που σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση και το οικονομικό επίπεδο της οικογένειας. Οι παραπάνω δείκτες συνενωθήκαν σε ένα με διάφορους συντελεστές βαρύτητας, υπολογίστηκε η μέση τιμή και έγινε ανακατασκευή αυτού κάνοντας χρήση στοιχείων θεωρίας απόκρισης ώστε στο μέσο μαθητή στις χώρες του ΟΑΣΑ να αντιστοιχεί το μηδέν και τυπική απόκλιση ένα. Επομένως είναι ένας δείκτης που περιέχει ένα μεγάλο πλήθος πληροφοριών για το οικογενειακό υπόβαθρο και υποδεικνύει το γενικό προφίλ

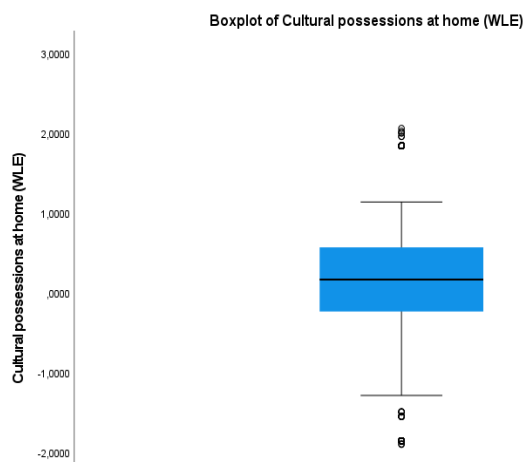
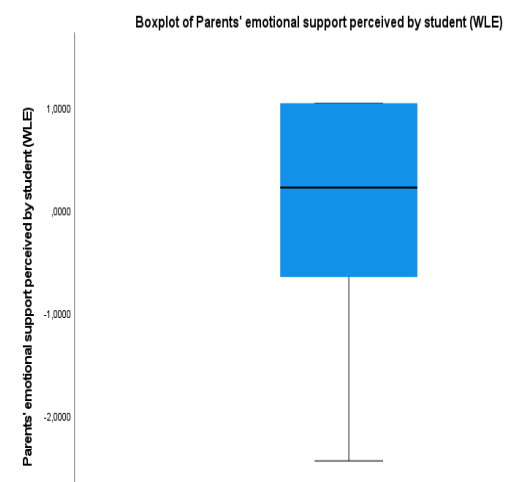
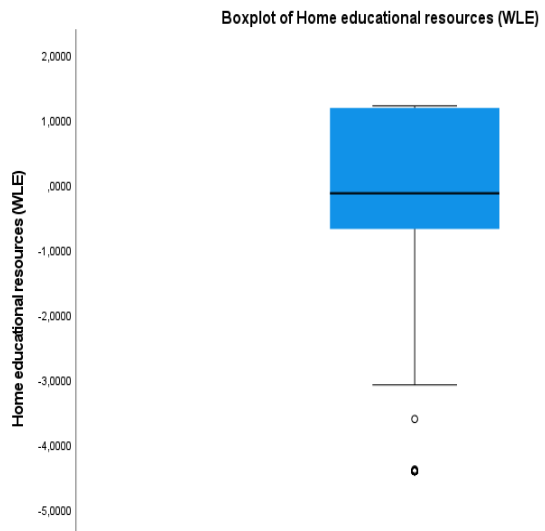
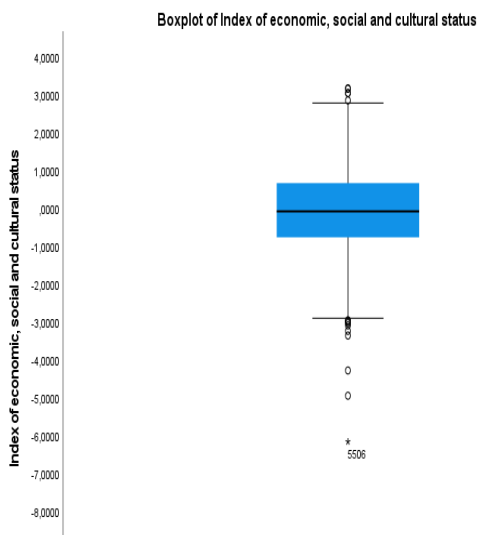
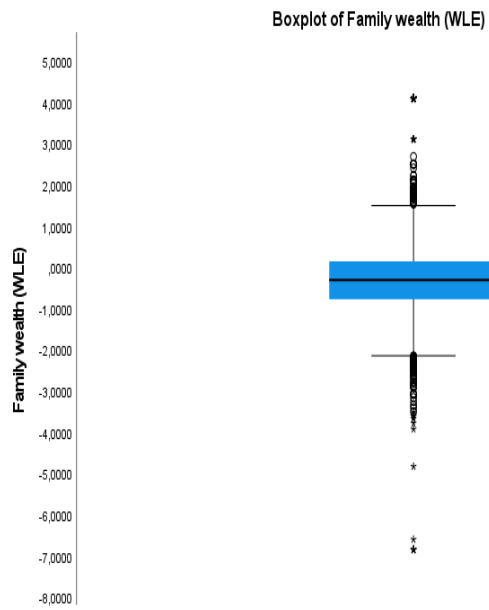
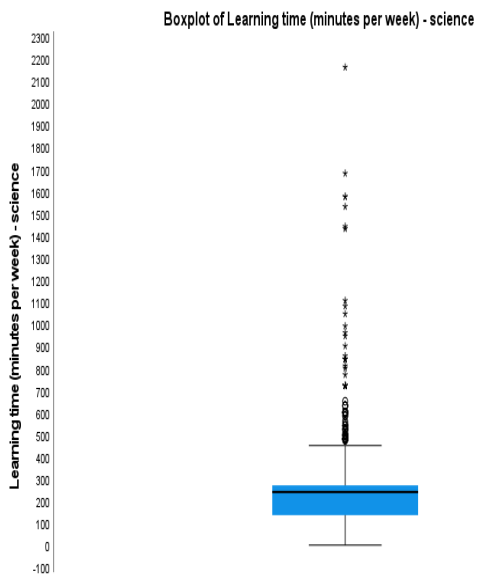
της οικογένειας και τη θέση που κατέχει αυτή στη σύγχρονη ταξική κοινωνία [**Index of economic, social and cultural status (WLE)**].

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται κάποια μέτρα θέσεις των παραπάνω συνεχών και διακριτών μεταβλητών (scale variables)

Πίνακας 5: Ανεξάρτητες scale μεταβλητές

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ SCALE ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ							
		Index of economic, social and cultural status	Family wealth (WLE)	Cultural possessions at home (WLE)	Home educational resources (WLE)	Parents' emotional support perceived by student (WLE)	Learning time (minutes per week) - science
N	ΕΓΚΥΡΕΣ ΤΙΜΕΣ	6372	6366	6253	6321	5666	5246
	ΑΚΥΡΕΣ ΤΙΜΕΣ	31	37	150	82	737	1157
ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ		-0,088776	-0,318717	0,138801	-0,124238	-0,023363	214,45
ΔΙΑΜΕΣΟΣ		-0,083500	-0,320400	0,162400	-0,135700	0,212700	240,00
ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ		0,9099386	0,8175921	0,8061961	0,9394137	0,9774040	118,275
ΕΥΡΟΣ		9,3245	10,9560	3,9561	5,6209	3,4814	2160
ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ		-6,1632	-6,8675	-1,9023	-4,4110	-2,4468	0
ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ		3,1613	4,0885	2,0538	1,2099	1,0346	2160

Στην συνέχεια έχουν σχεδιαστεί τα box-plots των μεταβλητών του παραπάνω πίνακα.



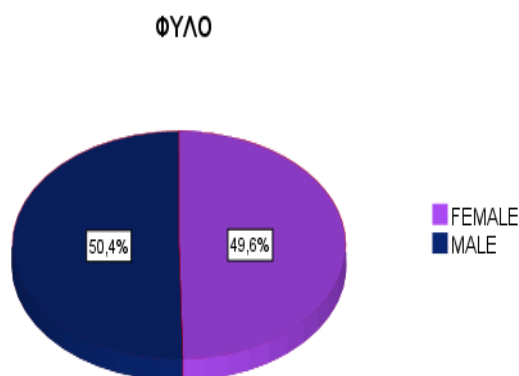
Γράφημα 13. Box-plots ποσοτικών μεταβλητών

❖ Ανεξάρτητες μεταβλητές-Κατηγορικές (Nominal - Ordinal)

Οι μαθητές απάντησαν σε μια ερώτηση που σχετίζεται με το φύλο (αγόρι=1-κορίτσι=2). Η παραπάνω μεταβλητή μετατράπηκε σε ψευδομεταβλητή με τα κορίτσια να λαμβάνουν την τιμή 1. Το δείγμα αποτελείται από σχεδόν ίσο αριθμό κοριτσιών-αγοριών.

Πίνακας 6: Φύλο

ΦΥΛΟ-SEX			
	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΚΟΡΙΤΣΙ	3178	49,6	49,6
ΑΓΟΡΙ	3225	50,4	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	6403	100,0	



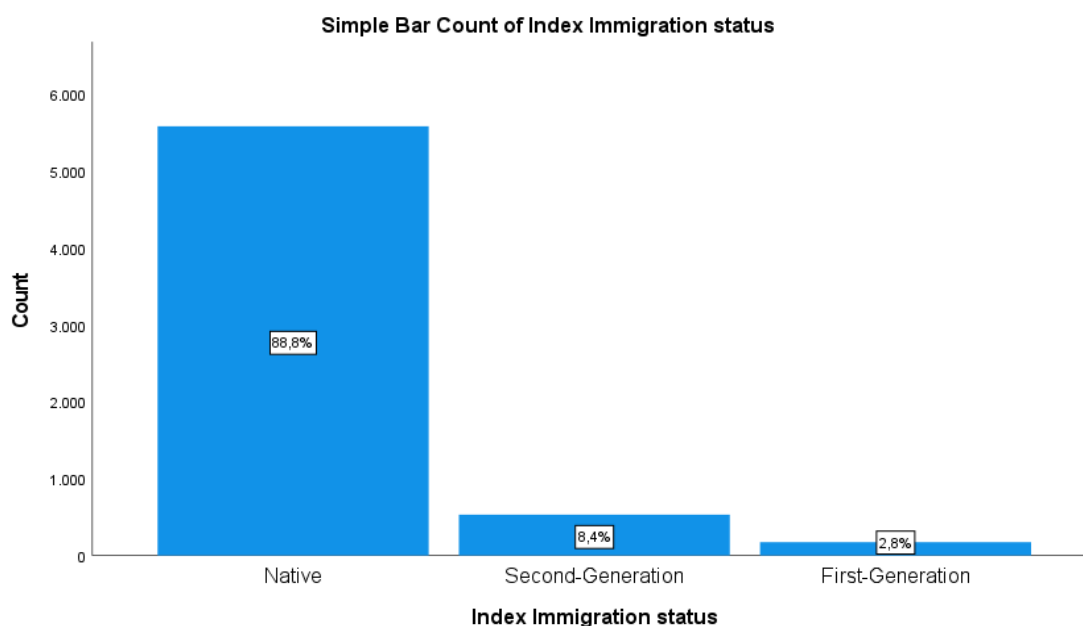
Γράφημα 14. Κυκλικό διάγραμμα φύλου

Μια επιπλέον κατηγορική μεταβλητή που χρησιμοποιήθηκε στο μοντέλο έχει σχέση με το μεταναστευτικό υπόβαθρο των μαθητών. Για την δημιουργία της μεταβλητής αυτής συλλέχθηκαν πληροφορίες για τη χώρα γέννησης των μαθητών και των γονέων τους. Στη βάση δεδομένων υπάρχουν τρεις μεταβλητές που σχετίζονται με τη χώρα γέννησης του μαθητή, της μητέρας και του πατέρα. Οι μεταβλητές αυτές υποδεικνύουν εάν ο μαθητής, ο πατέρας και η μητέρα γεννήθηκαν ή όχι στη χώρα που πραγματοποιήθηκε το τεστ. Ο δείκτης για το μεταναστευτικό υπόβαθρο (**IMMIGRANT_STATUS**) υπολογίστηκε βάσει αυτών των μεταβλητών και περιέχει τις ακόλουθες κατηγορίες: (1) γηγενείς μαθητές (αυτοί οι μαθητές που έχουν τουλάχιστον έναν γονέα γεννημένο στη χώρα), (2) μαθητές δεύτερης γενιάς (όσοι γεννήθηκαν στη χώρα που έγινε το τεστ αλλά οι γονείς τους γεννήθηκαν σε άλλη χώρα)· και (3) μαθητές πρώτης γενιάς (όσοι μαθητές και οι γονείς τους έχουν γεννηθεί σε διαφορετική χώρα από την χώρα του τεστ). Για το μοντέλο τη πολυπαραγοντικής παλινδρόμησης δημιουργήσαμε δυο ψευδομεταβλητές. Μια για μαθητές πρώτης γενιάς (**FIRST_GEN**: ναι=1, όχι=0) και μια για μαθητές δεύτερης γενιάς (**SEC_GEN**: ναι=1, όχι=0) με βάσει αναφοράς τους γηγενείς μαθητές. Στα μοντέλα (QR) εισήχθη ως μεταβλητή ελέγχου με βάσει αναφοράς πάλι του γηγενείς

μαθητές. Στα δεδομένα της Ελλάδας το ποσοστό των μαθητών με μεταναστευτικό υπόβαθρο ή όχι είναι το εξής.

Πίνακας 7: Μεταναστευτικό υπόβαθρο

ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ					
		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΕΓΓΚΥΡΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΕΓΚΥΡΕΣ	FIRST GEN	173	2,7	2,8	2,8
	SEC GEN	529	8,3	8,4	11,2
	NATIVE	5570	87,0	88,8	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	6272	98,0	100,0	
ΑΚΥΡΕΣ	ΧΩΡΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	131	2,0		
ΣΥΝΟΛΟ		6403	100,0		



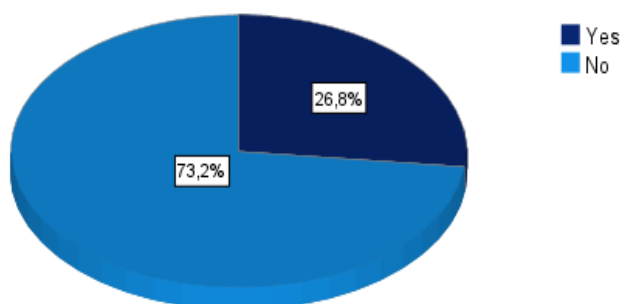
Γράφημα 15. Ράβδογράμμο μεταναστευτικού υπόβαθρου

Όπως αναφέραμε και πριν επειδή στην Ελλάδα είναι συχνό φαινόμενο οι μαθητές να παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα εκτός σχολείου, σε αντίθεση με άλλες χώρες. Οπότε προσθέσαμε στο μοντέλο μια επιπλέον ψευδομεταβλητή. Η μεταβλητή αυτή δημιουργήθηκε από την ερώτηση στο αν οι μαθητές παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα για να βελτιώσουν τις μαθησιακές τους δεξιότητες (θετική απάντηση=1, αρνητική=0) [ΕΠΙΠΛΕΟΝ_ΜΑΘΗΜΑΤΑ].

Πίνακας 8: Κατανομή μαθητών που παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα

Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your study skills					
		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΕΓΚΥΡΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΕΓΚΥΡΕΣ	ΟΧΙ	3933	61,4	73,2	73,2
	ΝΑΙ	1440	22,5	26,8	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	5373	83,9	100,0	
ΑΚΥΡΕΣ	ΧΩΡΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	1030	16,1		
ΣΥΝΟΛΟ		6403	100,0		

Pie Chart Percent of Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills]



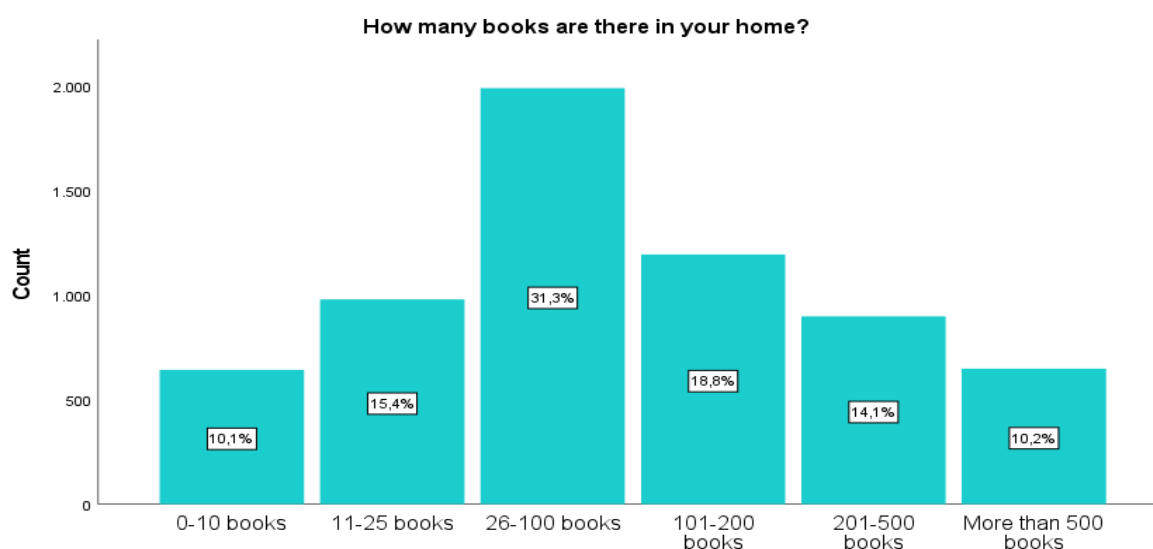
Γράφημα 16. Κυκλικό διάγραμμα μαθητών που παρακολουθούν ή όχι πρόσθετα μαθήματα

Επίσης μελετήσαμε και μια μεταβλητή που έχει σχέση με τα βιβλία στο σπίτι, ώστε να ελέγξουμε πως επιδρά στην επίδοση των μαθητών ο αριθμός βιβλίων, δηλαδή όταν οι μαθητές μεγαλώνουν σε οικογενειακό περιβάλλον με διαφορετικό αριθμό βιβλίων. Η κατηγορική αυτή μεταβλητή αποτελείται από 6 κλάσεις και οι απαντήσεις των μαθητών

δόθηκαν επιλέγοντας μια κατηγορία από αυτές ανάλογα με πόσα βιβλία έχουν διαθέσιμα [BOOKS].

Πίνακας 9: Κατανομή μαθητών στις 6 κλάσεις διαθεσιμότητας βιβλίων στο σπίτι

How many books are there in your home?					
		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΕΓΚΥΡΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΕΓΚΥΡΕΣ ΤΙΜΕΣ	0-10 ΒΙΒΛΙΑ	642	10,0	10,1	10,1
	11-25 ΒΙΒΛΙΑ	979	15,3	15,4	25,5
	26-100 ΒΙΒΛΙΑ	1990	31,1	31,3	56,9
	101-200 ΒΙΒΛΙΑ	1194	18,6	18,8	75,7
	201-500 ΒΙΒΛΙΑ	898	14,0	14,1	89,8
	ΠΑΝΩ ΑΠΟ 500 ΒΙΒΛΙΑ	648	10,1	10,2	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	6351	99,2	100,0	
ΑΚΥΡΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΧΩΡΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	52	,5		
	ΣΥΝΟΛΟ	6403	100,0		



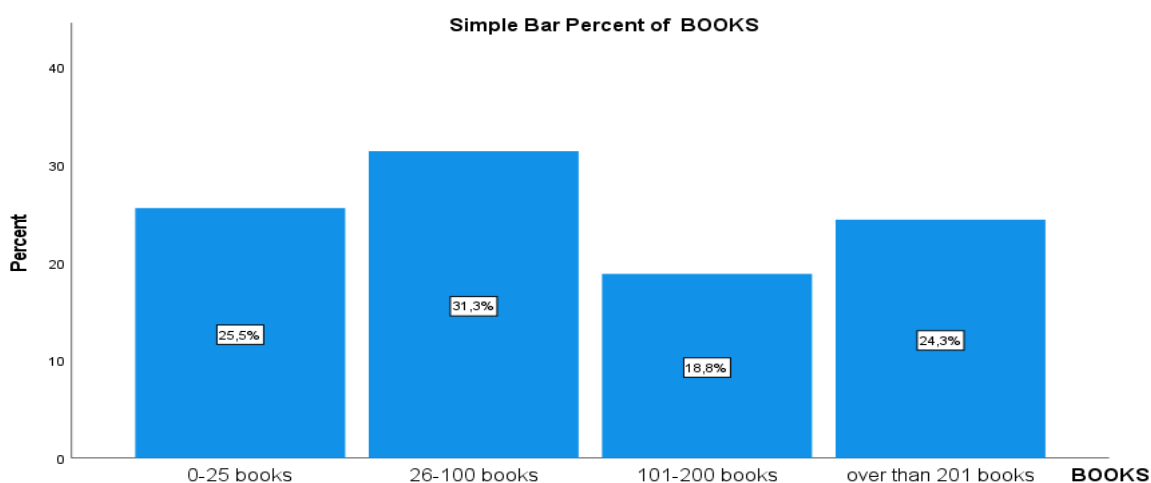
Γράφημα 17. Κατανομή μαθητών στις 6 κλάσεις διαθεσιμότητας βιβλίων στο σπίτι

Στην ανάλυση που πραγματοποιήσαμε τις παραπάνω κατηγορίες τις συμπτύξαμε σε τέσσερις επιμέρους κατηγορίες για το λόγο ότι το εύρος μεταξύ των κατηγοριών (0-10 βιβλία και 11-25 βιβλία) ήταν μικρό με αποτέλεσμα πολλοί μαθητές πιθανών να απάντησαν εσφαλμένα. Όπως επίσης και τις κατηγορίες (201-500 βιβλία), (500 βιβλία και πάνω) σε μια κατηγορία για το λόγο ότι επίσης κάποιοι μαθητές που έχουν πολλά βιβλία σπίτι τους να

απάντησαν στην τύχη σε μια από αυτές τις δυο κατηγορίες λόγω της δυσκολίας προσδιορισμού των βιβλίων, για παράδειγμα 450 βιβλία ή 550 βιβλία. Επιπρόσθετα στις τέσσερις κατηγορίες που κατασκευάσαμε τα ποσοστά των μαθητών ήταν πιο ομοιόμορφα κατανομημένα μεταξύ τους χωρίς να έρχεται σε αντίθεση με ότι θέλουμε να εξετάσουμε. Για τα μοντέλα πολυπαραγοντικής παλινδρόμησής (OLS) δημιουργήσαμε 3 ψευδόμεταβλητές με βάση αναφοράς την κατηγορία 0-25 βιβλία, ενώ για την ανάλυση QR η μεταβλητή αυτή εισήχθη στο μοντέλο ως μεταβλητή ελέγχου παίρνοντας τις τιμές (201 και πάνω βιβλία)=1, (101-200 βιβλία)=2, (26-100 βιβλία)=3 και με βάση αναφοράς την κατηγορία (0-25 βιβλία)= 4 για συγκρίσιμα αποτελέσματα. Οπότε οι κατηγορίες της νέας μεταβλητής παρουσιάζονται στο πίνακα 10 και γράφημα 18.

Πίνακας 10: Κατανομή μαθητών στις διάφορες κατηγορίες βιβλίων

BOOKS					
		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΕΓΚΥΡΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΕΓΚΥΡΕΣ	Πάνω από 201 ΒΙΒΛΙΑ	1546	24,1	24,3	24,3
	101-200 ΒΙΒΛΙΑ	1194	18,6	18,8	43,1
	26-100 ΒΙΒΛΙΑ	1990	31,1	31,3	74,5
	0-25 ΒΙΒΛΙΑ	1621	25,3	25,5	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	6351	99,2	100,0	
ΑΚΥΡΕΣ	ΧΩΡΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	52	0,8		
	ΣΥΝΟΛΟ	6403	100,0		

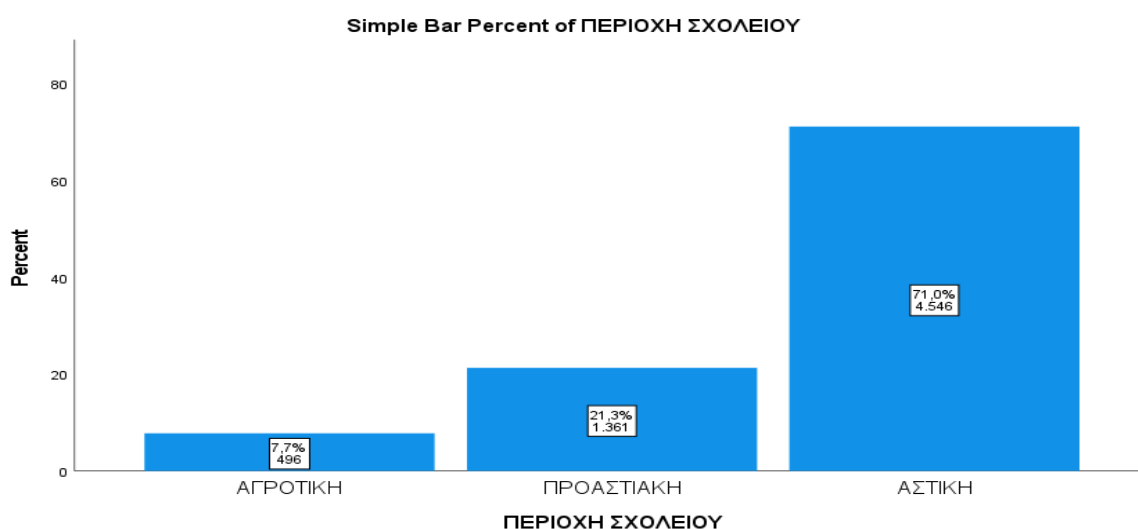


Γράφημα 18. Ποσοστιαία κατανομή μαθητών στις 4 κλάσεις διαθεσιμότητας βιβλίων στο σπίτι

Μια επιπλέον μεταβλητή η **REGION_SCH** αποτελεί χαρακτηριστικό του σχολείου. Μέσω της συνένωσης των δυο αρχείων δεδομένων μετατράπηκε σε χαρακτηριστικό του μαθητή. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι η περιοχή που ανήκει το σχολείο και επομένως χαρακτηριστικό του τόπου κατοικίας του μαθητή. Ο ΟΟΣΑ στην περίπτωση της Ελλάδας, ταξινομεί τις περιοχές των σχολείων σε τρία στρωματικά επίπεδα ή περιφέρειες με βασικό κριτήριο κατάταξης την πληθυσμιακή πυκνότητα. Επομένως έχουμε αγροτική περιοχή, ημιαστική περιοχή και αστική περιοχή. Για τον σκοπό της ανάλυσης έγινε επανακωδικοποίηση της μεταβλητής, όπου για τα OLS μοντέλα δημιουργήθηκαν δυο μεταβλητές, αγροτική περιοχή (ναι=1, όχι=0) και ημιαστική περιοχή (ναι=1,όχι=0), ενώ για την QR ανάλυση (αγροτική=1, ημιαστική=2, αστική =3) ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα με βάσει αναφοράς την αστική περιοχή. Η κατανομή των μαθητών που είναι εγγεγραμμένοι σε σχολεία που ανήκουν σε αυτές τις τρεις κατηγορίες παρουσιάζεται παρακάτω.

Πίνακας 11: Κατανομή μαθητών βάσει της γεωγραφικής περιοχής που ανήκει το σχολείο.

ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΑΓΡΟΤΙΚΗ	496	7,7	7,7
ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ	1361	21,3	29,0
ΑΣΤΙΚΗ	4546	71,0	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	6403	100,0	

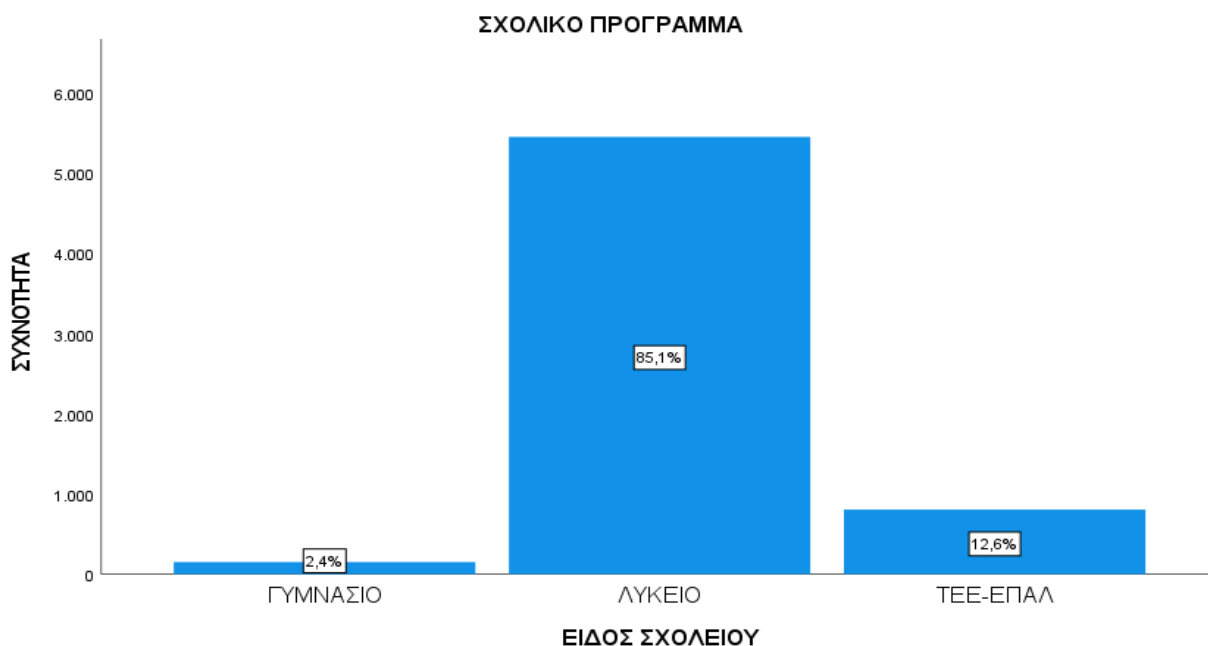


Γράφημα 19. Ποσοστιαία κατανομή μαθητών βάσει της γεωγραφικής περιοχής που ανήκει το σχολείο.

Χρησιμοποιώντας την ίδια μέθοδο όπως και πριν κάναμε επανακωδικοποίηση και δημιουργήσαμε την μεταβλητή **SCH_PROGRAMM** που σχετίζεται με το σχολικό πρόγραμμα που ακολουθούσαν οι μαθητές τη στιγμή του διαγωνισμού. Για τα OLS μοντέλα δημιουργήθηκαν δυο μεταβλητές, αγροτική Γυμνάσιο(ναι=1,όχι=0) και ΕΠΑΛ (ναι=1,όχι=0) ενώ για την QR ανάλυση (Γυμνάσιο=1,Επαλ=2, Γενικό Λύκειο =3) ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα με βάσει αναφοράς το πρόγραμμα σπουδών του Γενικού λυκείου. Η κατανομή των μαθητών που είναι εγγεγραμμένοι σε διαφορετικά προγράμματα σπουδών που ανήκουν σε αυτές της τρεις κατηγορίες παρουσιάζεται παρακάτω.

Πίνακας 12: Κατανομή μαθητών βάσει του προγράμματος σπουδών.

ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ			
	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΓΥΜΝΑΣΙΟ	151	2,4	2,4
ΛΥΚΕΙΟ	5448	85,1	87,4
ΤΕΕ-ΕΠΑΛ	804	12,6	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	6403	100,0	



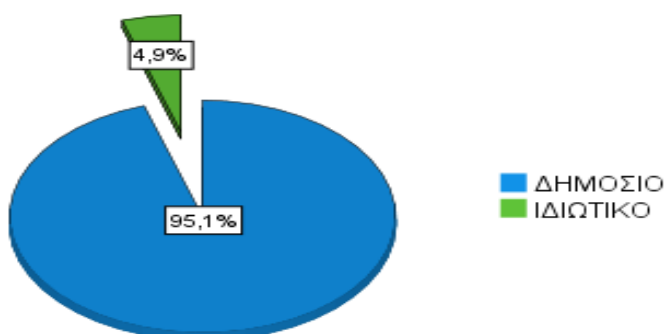
Γράφημα 20. Κατανομή μαθητών βάσει του προγράμματος σπουδών

Μια άλλη επιπλέον μεταβλητή που αποτελεί χαρακτηριστικό του σχολείου είναι ο τύπος του, δηλαδή αν είναι ιδιωτικό ή δημόσιο. Στην Ελλάδα δημόσιο θεωρείται το σχολείο που η συνολική χρηματοδότηση γίνεται από κρατικό φορέα και αυτός ο φορέας είναι υπεύθυνος για τη λήψη αποφάσεων για οποιαδήποτε υπόθεση προκύπτει. Αντίθετα ιδιωτικό σχολείο είναι ο τύπος σχολείου που το μεγαλύτερο ποσοστό χρηματοδότησης διατίθεται από μη κρατικό μηχανισμό και υπεύθυνος για τις υποθέσεις που προκύπτουν στο σχολείο είναι μη κυβερνητικός οργανισμός. Για τα OLS μοντέλα δημιουργήθηκε μια δυική μεταβλητή PUBLIC_SCH με τιμές (ναι=1, όχι=0) αν το σχολείο του μαθητή είναι δημόσιο, ενώ για στην QR ανάλυση την προσθέσαμε στο πρόγραμμα ως Factor με τιμές (Δημόσιο=1, Ιδιωτικο=2) ώστε τα αποτελέσματα να δώσουν συγκρίσιμους συντελεστές παλινδρόμησης με κοινή βάση αναφοράς το ιδιωτικό σχολείο. Η κατανομή των μαθητών του δείγματος που είναι εγγεγραμμένοι σε διαφορετικό τύπο σχολείου παρουσιάζεται στο γράφημα και πίνακα.

Πίνακας 13: Κατανομή μαθητών ανά τύπο σχολείου.

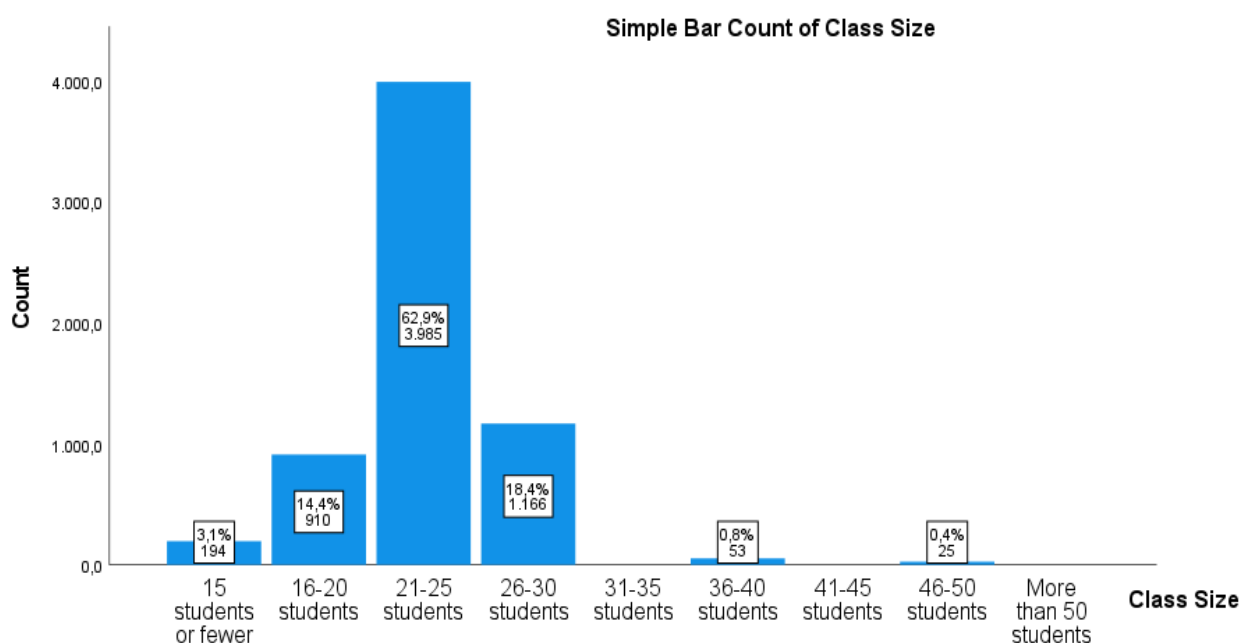
ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ				
ΔΗΜΟΣΙΟ Ή ΙΔΙΩΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΕΓΚΥΡΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΔΗΜΟΣΙΟ	5987	93,5	95,1	95,1
ΙΔΙΩΤΙΚΟ	308	4,8	4,9	100,0
ΣΥΝΟΛΟ	6295	98,3	100,0	
ΑΚΥΡΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ	108	1,7		
ΣΥΝΟΛΟ	6403	100,0		

ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ



Γράφημα 21. Κυκλικό διάγραμμα ποσοστιαίας κατανομής μαθητών ανά τύπο σχολείου.

Τέλος οι διευθυντές των σχολείων δήλωσαν στο ερωτηματολόγιο τον αριθμό των μαθητών στη τάξη. Οι απαντήσεις ήταν χωρισμένες σε εννιά κατηγορίες με τη μικρότερη, μαθητές λιγότερο από 15, έως τη μεγαλύτερη κατηγορία μαθητές πάνω από 50, με κάθε κατηγορία να λαμβάνει την ενδιάμεση τιμή, δηλαδή 13 ή μικρότερη έως 53 ή μεγαλύτερη. Οι απαντήσεις αυτές μέσω της σύμπτυξης των δυο αρχείων που πραγματοποιήσαμε είχε ως αποτέλεσμα να αποδοθεί σε κάθε μαθητή η αντίστοιχη τιμή που υποδεικνύει τον αριθμό των μαθητών στη τάξη που φοιτούσαν τη περίοδο του διαγωνισμού PISA 2018. Η κατανομή των μαθητών που φοιτούν σε τάξη με διαφορετικό μέγεθος φαίνεται στο παρακάτω γράφημα.



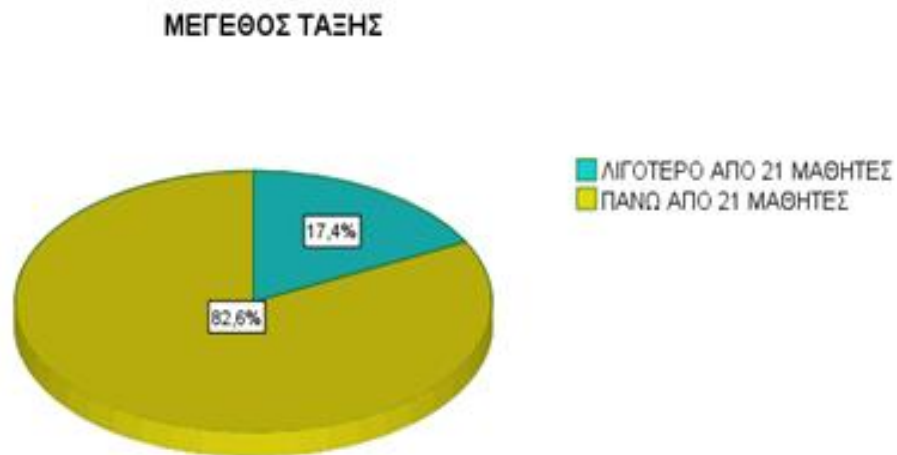
Γράφημα 22. Κατανομή των μαθητών που φοιτούν σε τάξη με διαφορετικό μέγεθος

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω διάγραμμα υπάρχουν δεδομένα με δυο τάξεις όπου οι διευθυντές έχουν δηλώσει ότι αποτελείται από 36-40 μαθητές και από 46-50 μαθητές. Σύμφωνα με τους κανονισμούς της Ελλάδας ο μέγιστος αριθμός των μαθητών στη τάξη είναι 30. Οπότε το συμπέρασμα δείχνει ότι ίσως τα δεδομένα αυτά να περιέχουν κάποιο σφάλμα μέτρησης. Για το λόγο αυτό μετατρέψαμε την παραπάνω μεταβλητή, στη μεταβλητή CLASS_SIZE με δυο κατηγορίες, τάξη με μαθητές λιγότερο από 21 και τάξη με μαθητές περισσότερο από 21 μαθητές μιας και συμβαδίζει ποιο πολύ στον αριθμό των μαθητών που συναντάμε στα ελληνικά σχολεία. Τα χαρακτηριστικά της νέας μεταβλητής παρουσιάζονται παρακάτω .

Πίνακας 14: Κατανομή μαθητών βάσει του αριθμού μαθητών στη τάξη.

ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΑΞΗΣ					
		ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΕΓΚΥΡΗ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %	ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ %
ΕΓΚΥΡΕΣ ΤΙΜΕΣ	ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΑΠΟ 21 ΜΑΘΗΤΕΣ	1104	17,2	17,4	17,4
	ΠΑΝΩ ΑΠΟ 21 ΜΑΘΗΤΕΣ	5229	81,7	82,6	100,0
	ΣΥΝΟΛΟ	6333	98,9	100,0	
ΑΚΥΡΕΣ	ΧΩΡΙΣ ΑΠΑΝΤΗΣΗ	70	1,1		
ΣΥΝΟΛΟ		6403	100,0		

Για τα OLS μοντέλα η μεταβλητή έχει τιμές (τάξη με μαθητές < 21 = 1, τάξη με μαθητές ≥ 21 = 0), ενώ για στην QR ανάλυση η βάση αναφοράς είναι τάξη με μαθητές πάνω από 21, την οποία προσθέσαμε στο πρόγραμμα ως Fixed factor.



Γράφημα 23. Ποσοστιαία κατανομή των μαθητών που φοιτούν σε τάξη διαφορετικού μεγέθους.

Κεφάλαιο 5: Ανάλυση δεδομένων και αποτελέσματα

5.1. Αποτελέσματα πολύπαραγοντικής παλινδρόμησης (OLS) και ανάλυση

Σε αυτό το κεφάλαιο προχωρήσαμε στην ανάλυση των μοντέλων που δημιουργήσαμε με μεταβλητές που εξηγήσαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Αρχικά στο πρώτο μοντέλο πολύπαραγοντικής παλινδρόμησης εξετάσαμε πως επιδρούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές στην μέση επίδοση των μαθητών.

❖ Το γραμμικό μοντέλο είναι το εξής:

$$Y_i = \beta_0 + \sum_{\kappa=1}^{19} \beta_{\kappa} X_{\kappa i} + \varepsilon_i \quad (5.1)$$

Όπου η εξαρτημένη μεταβλητή Y είναι η PV_SCIENCE_MEAN και ανεξάρτητες μεταβλητές X_{κ} $\kappa=1...19$ και $i=1...n$, όπου n αριθμός του δείγματος.

✓ Οι ποσοτικές : ESCS, WEALTH, CULTPOSS, HEDRES, EMOSUPS, SMINS.

✓ Και οι ποιοτικές – ψευδομεταβλητές:

FEMALE, BOOKS_201_OVER, BOOKS_101_200, BOOKS_26_100, ΔΗΜΟΣΙΟ_SCH, ΕΠΙΠΛΕΟΝ_ΜΑΘΗΜΑΤΑ, ΑΓΡΟΤΙΚΗ, ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ , ΓΥΜΝΑΣΙΟ ,ΤΕΕ_ΕΠΑΛ , FIRST_GEN, SEC_GEN, CLASS_SIZE.

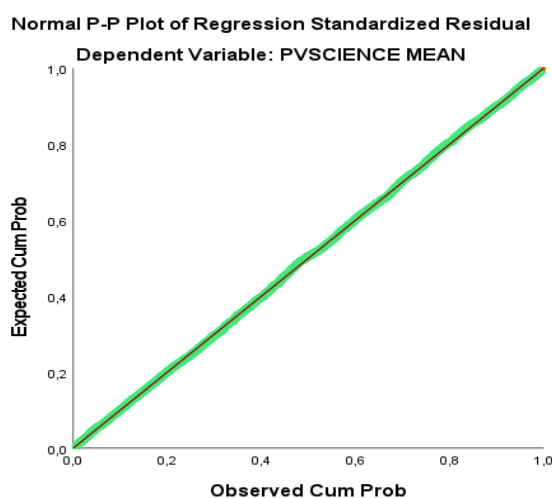
Πριν προχωρήσουμε στην ανάλυση των αποτελεσμάτων ελέγξαμε κάποιες σημαντικές παραδοχές που πρέπει να ισχύουν της ανάλυση παλινδρόμησης ώστε να έχουμε τη βέλτιστη προσαρμοστικότητα των μοντέλων.

Πίνακας 15: Συσχετίσεις Pearson (1)

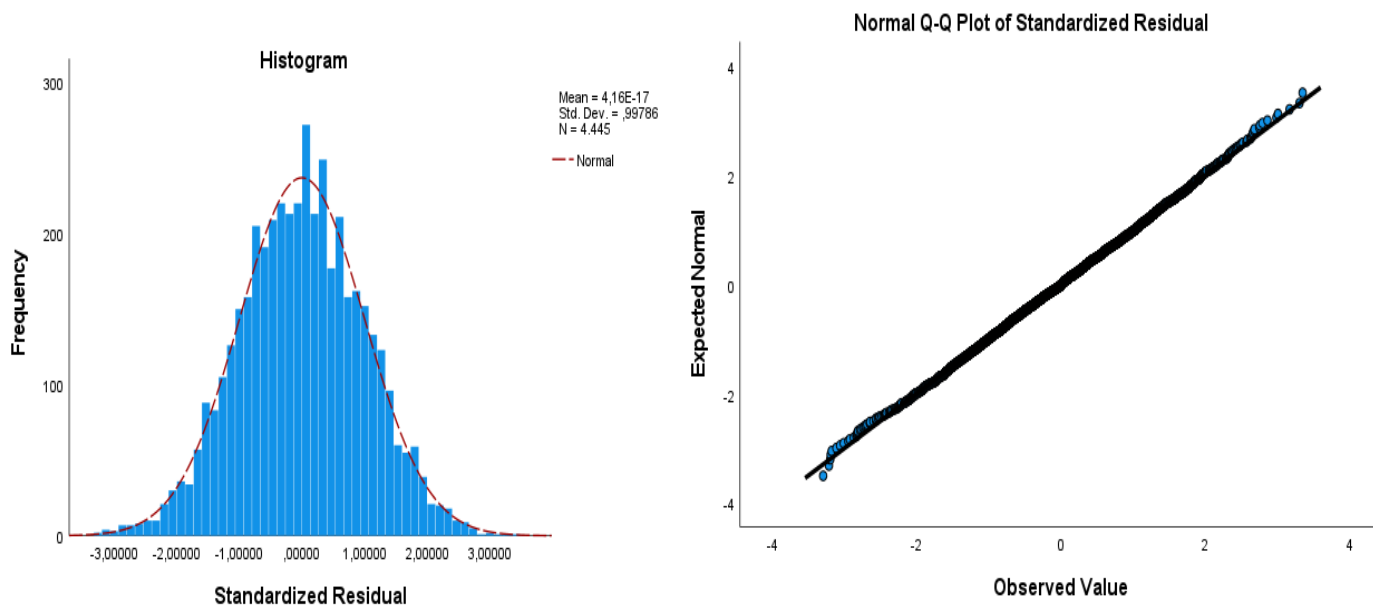
Pearson Correlation	PVSCIENCE MEAN	Correlations					
		Index of economic, social and cultural status (WLE)	Family wealth (WLE)	Cultural possessions at home (WLE)	Home educational resources (WLE)	Parents' emotional support perceived by student (WLE)	Learning time (minutes per week) - science
PVSCIENCE MEAN	1,000	,325	,104	,217	,197	,198	,165
Index of economic, social and cultural status(WLE)	,325	1,000	,583	,477	,386	,141	,113
Family wealth (WLE)	,104	,583	1,000	,242	,320	,089	,072
Cultural possessions at home (WLE)	,217	,477	,242	1,000	,311	,116	,077
Home educational resources (WLE)	,197	,386	,320	,311	1,000	,162	,056
Parents' emotional support perceived by student (WLE)	,198	,141	,089	,116	,162	1,000	,020
Learning time (minutes per week) - science	,165	,113	,072	,077	,056	,020	1,000

Από τον πίνακα γραμμικών συσχετίσεων παρατηρούμε ότι ο οι συντελεστές είναι μεταξύ 0 και 0.6 οπότε δεν υπάρχει ισχυρή θετική ή αρνητική συσχέτιση μεταξύ των ποσοτικών μεταβλητών, ώστε να έχουμε πρόβλημα συγγραμμικότητας κάτι το οποίο θα ελεγχθεί και στη συνέχεια μέσω του συντελεστή VIF. Οπότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον δείκτη ESCS ταυτόχρονα με τους δείκτες FAMILY WEALTH, CULTPOSS, HEDRES καθώς υπήρχε ενδιαφέρον για το λόγο ότι για την κατασκευή του δείκτη ESCS χρησιμοποιήθηκαν κάποιες ερωτήσεις κοινές με τους υπόλοιπους τρεις δείκτες.

Στο επόμενο βήμα εξετάσαμε την παραδοχή της γραμμικότητας του μοντέλου, της κανονικότητας και της ομοσκεδαστικότητας των καταλοίπων.



Γράφημα 24. P-P plot τυποποιημένων καταλοίπων

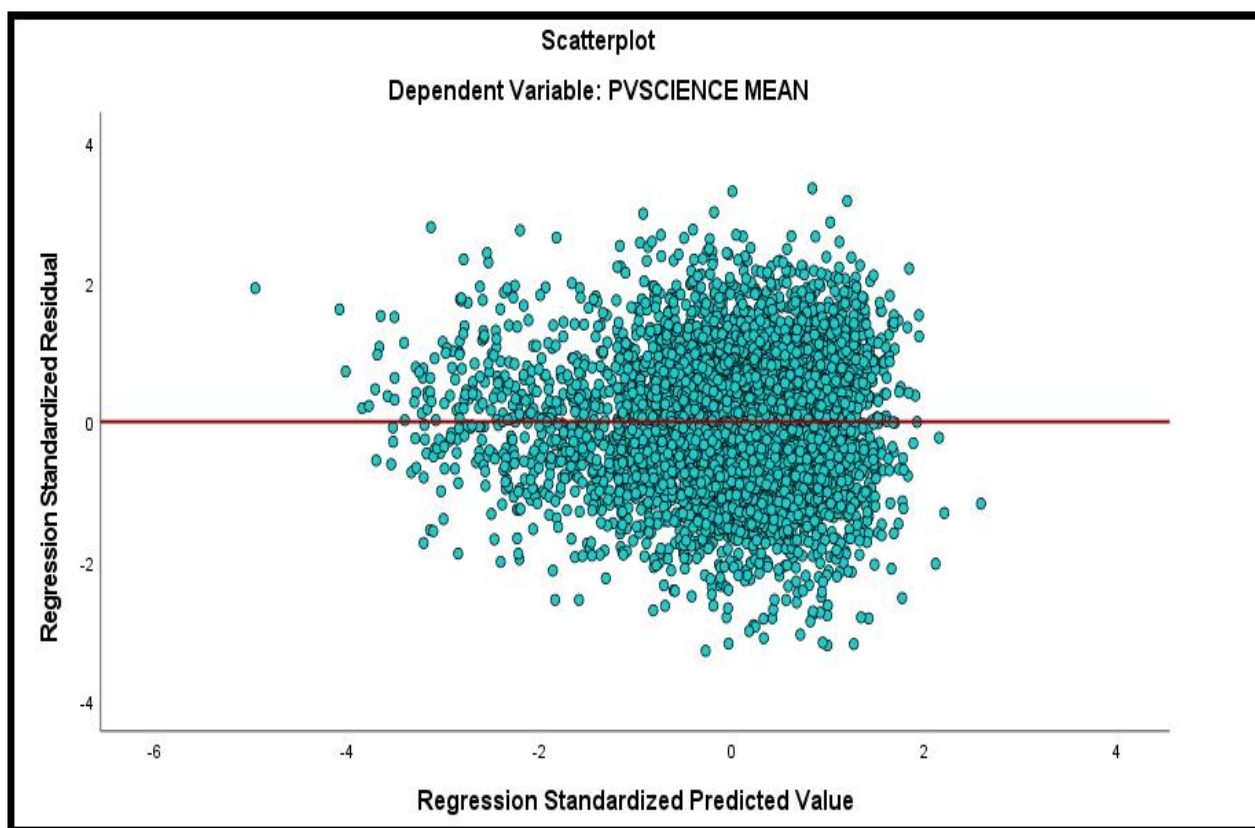


Γράφημα 25. Ιστόγραμμα & Q-Q plot τυποποιημένων καταλοίπων

Πίνακας 16: Αποτελέσματα τεστ κανονικότητας

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Standardized Residual	0,009	4445	0,200*	1,000	4445	0,471
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. LillieforsSignificanceCorrection						

Στο γράφημα 24 παρατηρούμε ότι τα κατάλοιπα ακολουθούν την ευθεία γραμμή χωρίς αποκλίσεις, οπότε η παραδοχή της γραμμικότητας και της κανονικότητας ισχύουν. Στη συνέχεια στα γραφήματα 25 παρατηρούμε ότι τα κατάλοιπα ακολουθούν επίσης κανονική κατανομή και στο διάγραμμα ιστογράμματος και στο Q-Q plots, το οποίο επιβεβαιώνεται και με το τεστ Kolmogorov-Smirnov όπου το αποτέλεσμα δίνει $p\text{-value} > 0.05$ μη στατιστικά σημαντική. Οπότε η μηδενική υπόθεση (H_0 : τα κατάλοιπα ακολουθούν κανονική κατανομή) δεν απορρίπτεται. Άρα ισχύει η παραδοχή της κανονικότητας των σφαλμάτων.



Γράφημα 26. Διάγραμμα διασποράς των τυποποιημένων υπολοίπων σε σχέση με τις τυποποιημένες τιμές πρόβλεψης

Στο παρακάτω διάγραμμα διασποράς των τυποποιημένων υπολοίπων με των τυποποιημένων τιμών πρόβλεψης παρατηρούμε ότι τα σφάλματα δεν ακολουθούν κάποια συγκεκριμένη τάση αλλά είναι ομοιόμορφα κατανομημένα γύρω από μια οριζόντιο γραμμή που διέρχεται από το μηδέν. Αυτό σημαίνει ότι η διασπορά των σφαλμάτων είναι σταθερή και ότι η παραδοχή της ομοσκεδαστικότητας τηρείται.

Στη συνέχεια στο παρακάτω πίνακα ελέγχουμε μέσω των συντελεστών VIF και Tolerance την υπόθεση της πολύσυγραμμικότητας, η οποία είναι μια από τις πιο σημαντικές παραδοχές της ανάλυσης γραμμικών μοντέλων. Όπως παρατηρούμε όλες οι τιμές του συντελεστή VIF είναι μικρότερες από 5 και του συντελεστή Tolerance μεγαλύτερες από 0.2 κάτι το οποίο δείχνει ότι δεν υπάρχει πολύσυγραμμικότητα και επομένως τηρείται και αυτό το κριτήριο.

Πίνακας 17: Τιμές VIF και Tolerance

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
Index of economic, social and cultural status(WLE)	0,430	2,325
Family wealth (WLE)	0,618	1,618
Cultural possessions at home (WLE)	0,689	1,452
Home educational resources (WLE)	0,799	1,251
Parents' emotional support perceived by student (WLE)	0,937	1,067
Learning time (minutes per week) - science	0,953	1,049
ΦΥΛΟ	0,953	1,049
> 201 ΒΙΒΛΙΑ	0,441	2,270
101-200 ΒΙΒΛΙΑ	0,554	1,805
26-100 ΒΙΒΛΙΑ	0,554	1,804
ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	0,911	1,097
Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills]	0,970	1,031
REGION ΑΓΡΟΤΙΚΗ	0,868	1,152
REGION ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ	0,920	1,086
ΓΥΜΝΑΣΙΟ	0,954	1,048
ΤΕΕ-ΕΠΑΛ	0,881	1,135
ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	0,944	1,060
ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	0,924	1,082
ΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΕΣ<21	0,877	1,140

Στην συνέχεια εφόσον οι σημαντικές υποθέσεις του γραμμικής παλινδρόμησης ισχύουν, κάτι το οποίο δείχνει ότι τα αποτελέσματα της ανάλυσης είναι έγκυρα, μπορούμε να συνεχίσουμε στην ερμηνεία αυτών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα

Πίνακας 18: Ανονα και Model Summary (1)

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7422302,735	19	390647,512	105,298	,000 ^b
	Residual	16416352,22	4425	3709,910		
	Total	23838654,95	4444			

a. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

b. Predictors: (Constant), ΜΙΚΡΗ ΤΑΞΗ, Learning time (minutes per week) - science, 26-100 BOOKS, Parents' emotional support perceived by student (WLE), Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, REGION ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΗ, ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, GENDER, GYMNASIO, ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ, Home educational resources (WLE), ΤΕΕ-ΕΠΑΛ, REGION ΑΓΡΟΤΙΚΗ, 101-200 BOOKS, Cultural possessions at home (WLE), Family wealth (WLE), MORE THAN 201 BOOKS, Index of economic, social and cultural status(WLE)

Model Summary ^b										
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics					Durbin-Watson
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change	
1	,558 ^a	,311	,308	60,909031	,311	105,298	19	4425	,000	1,799

a. Predictors: (Constant), ΜΙΚΡΗ ΤΑΞΗ, Learning time (minutes per week) - science, 26-100 BOOKS, Parents' emotional support perceived by student (WLE), Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, REGION ΠΡΟΑΣΤΙΑΚΗ, ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, GENDER, GYMNASIO, ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ, Home educational resources (WLE), ΤΕΕ-ΕΠΑΛ, REGION ΑΓΡΟΤΙΚΗ, 101-200 BOOKS, Cultural possessions at home (WLE), Family wealth (WLE), MORE THAN 201 BOOKS, Index of economic, social and cultural status(WLE)

b. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

Στον πίνακα ANOVA παρατηρούμε ότι το μοντέλο είναι στατιστικά σημαντικό (p -value<0.05) και επιπλέον οι ανεξάρτητες μεταβλητές που έχουμε εισάγει εξηγούν περίπου 31% της μεταβλητότητας της μέσης τιμής της επίδοσης των Ελλήνων μαθητών στις φυσικές επιστήμες.

Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές παλινδρόμησης κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής σε διάστημα εμπιστοσύνης 95% και επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 5% το οποίο συνηθίζεται να χρησιμοποιείται στις αναλύσεις επαγωγικής στατιστικής στις κοινωνικές επιστήμες.

Πίνακας 19: Αποτελέσματα πολυπαραγοντικής γραμμικής παλινδρόμησης (1)

Model	Unstandardized Coefficients		T	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error			Lower Bound	Upper Bound
	(Constant)	479,882			5,056	94,906
Index of economic, social and cultural status(WLE)	14,652	1,594	9,193	<0,001	11,528	17,777
Familywealth (WLE)	-10,552	1,540	-6,852	<0,001	-13,572	-7,533
Cultural possessions at home (WLE)	1,793	1,403	1,278	0,201	-,958	4,543
Home educational resources (WLE)	4,417	1,129	3,913	<0,001	2,204	6,630
Parents' emotional support perceived by student (WLE)	7,770	,986	7,881	<0,001	5,837	9,703
Learning time (minutes per week) - science	,051	,008	6,184	<0,001	,035	,067
GENDER	-7,747	1,874	-4,133	<0,001	-11,422	-4,073
MORE THAN 201 BOOKS	23,609	3,131	7,541	<0,001	17,471	29,746
101-200 BOOKS	19,436	3,089	6,292	<0,001	13,380	25,492
26-100 BOOKS	14,084	2,623	5,369	<0,001	8,941	19,226
ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	-15,333	4,035	-3,800	<0,001	-23,243	-7,424
Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills]	-36,959	2,130	-17,348	<0,001	-41,136	-32,783
REGION AGROTIKH	-17,088	3,798	-4,499	<0,001	-24,534	-9,641
REGION PROASTIAKH	-8,618	2,400	-3,591	<0,001	-13,323	-3,913
ΓΥΜΝΑΣΙΟ	-78,487	8,240	-9,525	<0,001	-94,641	-62,332
ΤΕΕ-ΕΠΑΛ	-64,560	3,599	-17,938	<0,001	-71,616	-57,504
ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	-27,127	6,714	-4,040	<0,001	-40,289	-13,964
ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	-10,724	3,547	-3,023	0,003	-17,679	-3,769
ΤΑΞΗ ΜΑΘΗΤΕΣ<21	2,386	2,728	,875	0,382	-2,961	7,734

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι όλες οι μεταβλητές εκτός από δυο είναι στατιστικά σημαντικές με $p\text{-value} < 0.001$, οπότε αυτές εξηγούν ένα ποσοστό της μέσης επίδοσης.

Αντίθετα η μεταβλητή που σχετίζεται με τα πολιτιστικά αγαθά στο σπίτι, όπως πίνακες ζωγραφικής, έργα τέχνης, βιβλία ποίησης δεν επιδρούν στην επίδοση καθώς η $p\text{-value}=0.201>0.05$ που σημαίνει ότι η μηδενική υπόθεση (ο συντελεστής β να είναι ίσος με μηδέν) δεν απορρίπτεται. Το ίδιο ισχύει και για το μέγεθος της τάξης με $p\text{-value}=0.382>0.05$.

Επομένως παρατηρούμε ότι μαθητές που έχουν μεγαλώσει σε σπίτια όπου υπάρχουν περισσότερα αγαθά πολιτιστικής αξίας, τα οποία όμως ανήκουν στα υλικά αγαθά, δεν αποδίδουν καλύτερα στο διαγωνισμό PISA από μαθητές που στο σπίτι τους δεν έχουν ή έχουν σε μικρότερο βαθμό τέτοιου είδους αντικείμενα. Αυτό δείχνει ότι όταν το οικογενειακό υπόβαθρο έχει μια κλίση προς βιβλία ποίησης, έργα τέχνης τότε δίνει το ερέθισμα στα παιδιά και πιθανόν να τα ωθεί προς κλάδους που σχετίζονται με την ιστορία, την λογοτεχνία και επιστήμες που σχετίζονται άμεσα με την πολιτιστική κληρονομιά της χώρας και όχι τόσο με τον κλάδο των φυσικών επιστήμων όπου απαιτεί πιο πρακτική σκέψη. Ίσως αν η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η επίδοση στον αναγνωστικό εγγραμματισμό τότε η μεταβλητή αυτή να ήταν στατιστικά σημαντική με θετική επίδραση.

Ένα σημαντικό ερώτημα, είναι αν μια τάξη με μικρότερο αριθμός μαθητών είναι πιο αποδοτική στο ρυθμό μάθησης και απόκτησης γνώσεων. Το αναμενόμενο θα ήταν ο μικρότερος αριθμός παιδιών να προσφέρει στους μαθητές την δυνατότητα να αναπτύξουν πιο σωστά τις γνωστικές τους ικανότητες τους και να βελτιώσουν πιο εύκολα την επίδοσή τους. Παρόλα αυτά όμως τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μαθητές που διδάσκονται σε τάξεις με αριθμό μαθητών μικρότερο από 21 μαθητές δεν εμφανίζουν στατιστικά σημαντική διαφορά στην επίδοση με μαθητές που η τάξη τους είναι πάνω από 21 μαθητές. Αυτό υποδεικνύει ότι τάξεις με μεγάλο αριθμό μαθητών μπορούν να λειτουργήσουν σωστά και οι μαθητές να αποκτήσουν μαθησιακές ικανότητες και μόρφωση εξίσου καλά. Αυτό υποδηλώνει ότι μεγαλύτερη σημασία στο βαθμό απόδοσης της διδασκαλίας έχει το κλίμα μεταξύ μαθητών και εκπαιδευτικού, ο βαθμός "πειθαρχίας" με την ευρύτερη έννοια που επικρατεί στη τάξη, οι καινοτόμες μέθοδοι διδασκαλίας και άλλοι παράγοντες και όχι τόσο το πλήθος των μαθητών στη τάξη.

Στο επόμενο μοντέλο πολύπαραγοντικής γραμμικής παλινδρόμησης αφαιρέσαμε από την ανάλυση τις δυο παραπάνω μη στατιστικά σημαντικά μεταβλητές και το τελικό μοντέλο έδωσε τα εξής αποτελέσματα.

Πίνακας 20 : Anova και Model Summary (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	,562 ^a	,316	,313	60,882379	,316	121,899	17	4492	,000	1,797

a. Predictors: (Constant), ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, REGION PROASTIAKH, GENDER, 101-200 BOOKS, GYMNASIO, Learning time (minutes per week) - science, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], Parents' emotional support perceived by student (WLE), REGION AGROTIKH, ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ, ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, Home educational resources (WLE), ΤΕΕ-ΕΠΑΛ, 26-100 BOOKS, Family wealth (WLE), MORE THAN 201 BOOKS, Index of economic, social and cultural status(WLE)

b. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7681277,443	17	451839,850	121,899	,000 ^b
	Residual	16650334,81	4492	3706,664		
	Total	24331612,25	4509			

a. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

b. Predictors: (Constant), ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, REGION PROASTIAKH, GENDER, 101-200 BOOKS, GYMNASIO, Learning time (minutes per week) - science, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], Parents' emotional support perceived by student (WLE), REGION AGROTIKH, ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ, ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ, Home educational resources (WLE), ΤΕΕ-ΕΠΑΛ, 26-100 BOOKS, Family wealth (WLE), MORE THAN 201 BOOKS, Index of economic, social and cultural status(WLE)

Στους παραπάνω πίνακες αναφέρονται κάποια στοιχεία για το δεύτερο μοντέλο. Το δείγμα μαθητών που χρησιμοποιήθηκε για να εξαχθούν τα αποτελέσματα αποτελείται από 4510 μαθητές. Όπως και πριν εξετάστηκαν οι παραδοχές του γραμμικού μοντέλου οι οποίες ισχύουν. Επίσης παρατηρούμε ότι τα κατάλοιπα δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχετιση και είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους (Durbin-Watson=1.8 κοντά στο 2). Επιπρόσθετα πληρείται και η πιο σημαντική υπόθεση της πολυσυγγραμμικότητας (VIF<5).

Τέλος το μοντέλο συνολικά είναι στατιστικά σημαντικό και οι 17 ανεξάρτητες μεταβλητές που έχουμε εισάγει μπορούν να ερμηνεύσουν κατά 31.3% τη μέση επίδοση των μαθητών στις φυσικές επιστήμες. Στον παρακάτω πίνακα αναγράφονται τα αποτελέσματα για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή όπου παρατηρούμε ότι όλες οι μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές με p-value<0.05 και με όλες τις μεταβλητές στατιστικά σημαντικές και σε επίπεδο σημαντικότητας 1%.

Πίνακας 21: Αποτελέσματα πολυπαραγοντικής παλινδρόμησης (2)

Model ***p-value<0.01, **p-value<0.05, ^{ns} p-value>0.05,		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.	95,0% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
MODEL 2	(Constant)	480,02***	4,972		96,539	0,000	470,275	489,771
	Index of economic, social and cultural status(WLE)	15,39***	1,517	,184	10,149	<0,001	12,422	18,370
	Family wealth (WLE)	-10,50***	1,527	-,108	-6,881	<0,001	-13,499	-7,512
	Home educational resources (WLE)	4,85***	1,106	,060	4,387	<0,001	2,684	7,022
	Parents' emotional support perceived by student (WLE)	7,72***	,978	,101	7,900	<0,001	5,807	9,640
	Learning time (minutes per week) - science	0,05***	,008	,078	6,155	<0,001	,034	,066
	ΦΥΛΟ {ΚΟΡΙΤΣΙ}	-7,54***	1,852	-,051	-4,072	<0,001	-11,175	-3,912
	BOOKS > 201	24,47***	3,010	,146	8,130	<0,001	18,571	30,373
	101-200 BOOKS	19,65***	2,997	,106	6,559	<0,001	13,782	25,533
	26-100 BOOKS	14,22***	2,573	,091	5,529	<0,001	9,183	19,273
	ΔΗΜΟΣΙΟ ΣΧΟΛΕΙΟ	-15,54***	4,002	-,050	-3,883	<0,001	-23,389	-7,696
	ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΜΑΘΗΜΑΤΑ	-37,07***	2,110	-,220	-17,573	<0,001	-41,215	-32,942
	REGION ΑΓΡΟΤΙΚΗ	-15,60***	3,619	-,055	-4,311	<0,001	-22,694	-8,506
	REGION ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ	-7,87***	2,338	-,043	-3,368	<0,001	-12,458	-3,291
	ΓΥΜΝΑΣΙΟ	-79,46***	7,886	-,128	-10,076	<0,001	-94,924	-64,002
	ΤΕΕ-ΕΠΑΛ	-62,16***	3,439	-,236	-18,079	<0,001	-68,907	-55,425
	ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	-25,37***	6,626	-,049	-3,831	<0,001	-38,368	-12,390
	ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	-10,21***	3,518	-,037	-2,902	0,004	-17,106	-3,313

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων γίνεται για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή ξεχωριστά εκτιμώντας τον βαθμό που επιδρά στη μέση επίδοση των μαθητών, διατηρώντας τις υπόλοιπες μεταβλητές σταθερές. Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι ο δείκτης κοινωνικοοικονομικής κατάστασης έχει θετική επίδραση στην επίδοση των μαθητών με συντελεστή $\beta = 15,39$. Αυτό σημαίνει ότι όταν ο μαθητής προέρχεται από πιο πλεονεκτική θέση κατά μια μονάδα στο δείκτη που αφορά την κοινωνική θέση της οικογένειας του στην σύγχρονη κοινωνία, η επίδοση του αυξάνεται κατά 15 περίπου βαθμούς. Η μεταβλητή αυτή είναι στατιστικά σημαντική και συγχρόνως ισχυρός προβλεπτικός παράγοντας της επίδοσης των μαθητών σε παγκόσμιο επίπεδο σε πολλές έρευνες που έχουν γίνει κατά το παρελθόν. Το αποτέλεσμα λοιπόν συμβαδίζει με την βιβλιογραφία.

Η επομένη μεταβλητή που προσδιορίζει το επίπεδο πλούτου της οικογένειας έχει αρνητική επίδραση στην επίδοση των μαθητών ($\beta = -10,5$). Αυτό σημαίνει ότι μαθητές που οι οικογένειες τους κατατάσσονται κατά μια μονάδα σε πιο πλεονεκτική θέση όσο αφορά τον δείκτη αυτόν αποδίδουν κατά 10,5 περίπου λιγότερο. Κάτι τέτοιο υποδεικνύει ότι η πρόσβαση σε υλικά αγαθά όπως κινητά τηλέφωνα, τηλεοράσεις και άλλα βάσει των οποίων έχει κατασκευαστεί ο δείκτης αυτός επιδρούν αρνητικά στην επίδοση των μαθητών. Ίσως μαθητές που έχουν πιο εύκολη πρόσβαση σε υλικά αγαθά να χάνουν την προθυμία τους για μάθηση είτε γιατί νοιώθουν πιο πολύ ασφάλεια για το μέλλον τους είτε επειδή αναλώνονται σε άλλες δραστηριότητες.

Ο επόμενος δείκτης που μετρά τους βασικούς πόρους που σχετίζονται με την εκπαίδευση όπως ένα γραφείο για μελέτη, το δικό τους δωμάτιο όπου μπορούν να επικεντρωθούν στο διάβασμα, σχολικά βοηθήματα κλπ. έχει θετική επίδραση ($\beta = 4,85$). Αυτό σημαίνει ότι όταν ο μαθητής έχει κατά μια μονάδα πιο πλεονεκτική θέση σε αυτά τα αγαθά αποδίδει κατά 5 περίπου βαθμούς παραπάνω. Βάσει λοιπόν με τα αποτελέσματα των παραπάνω δυο τελευταίων δεικτών, παρατηρούμε ότι η μάθηση και η επίδοση των μαθητών έχει σχέση με αγαθά που σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση και όχι με υλικά αγαθά τα οποία ίσως αποδιοργανώνουν τον στόχο του μαθητή για μάθηση.

Συνεχίζοντας με την μεταβλητή που σχετίζεται με την ψυχολογική συμπαράσταση και υποστήριξη που λαμβάνουν οι μαθητές από τους γονείς τους παρατηρούμε ότι έχει θετική επίδραση στην επίδοση τους. Ο συντελεστής $\beta = 7,723$ δείχνει ότι μαθητές που λαμβάνουν συναισθηματική υποστήριξη κατά μια μονάδα περισσότερο αποδίδουν κατά 8 περίπου βαθμούς παραπάνω. Αυτό δείχνει ότι το υγιές κλίμα στην οικογένεια, η συζήτηση και ενθάρρυνση από τους γονείς στα παιδιά τους τα ωθεί να προσπαθούν πιο πολύ για την

απόκτηση γνώσης και ικανοτήτων στο σχολείο. Άρα η καλή ψυχολογία που έχει ένας μαθητής επιδρά θετικά στην επίδοση.

Στη συνέχεια η μεταβλητή που σχετίζεται με ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του μαθητή, είναι ο χρόνος που αφιερώνει για μελέτη στα μαθήματα των φυσικών επιστήμων. Παρατηρούμε ότι έχει θετική επίδραση με συντελεστή $\beta=0.05$ που σημαίνει ότι όταν μαθητής αφιερώνει ένα λεπτό τη εβδομάδα παραπάνω από τον χρόνο του για μελέτη στα μαθήματα θετικών επιστημών αποδίδει κατά 0.05 περισσότερο στον διαγωνισμό PISA. Αν ανάγουμε τον χρόνο αυτό σε μελέτη για παράδειγμα μιας ώρας την εβδομάδα η επίδοση αυξάνεται κατά 3 βαθμούς. Αυτό υποδεικνύει ότι απόκτηση γνώσεων και ικανοτήτων στο σχολείο εξαρτάται και από τον βαθμό που προσπαθεί κάθε μαθητής ώστε να αφομοιώσει τη γνώση, να βελτιώσει τον τρόπο που σκέπτεται και να μορφωθεί.

Συνεχίζοντας με την επίδραση του φύλου, όπου τα κορίτσια λαμβάνουν την τιμή 1 και τα αγόρια την τιμή 0, παρατηρούμε ότι τα κορίτσια έχουν χαμηλότερη επίδοση από τα αγόρια κατά 7.5 βαθμούς στις φυσικές επιστήμες σύμφωνα με το συγκεκριμένο μοντέλο και το δείγμα των μαθητών. Κάτι τέτοιο υποδεικνύει ότι τα αγόρια έχουν μια κλίση προς τις θετικές επιστήμες που ίσως να πηγάζει από το ότι η κοινωνία, το σχολείο και οικογένεια να μη έχει εξαλείψει έμφυλα στερεότυπα όσο αφορά την εκπαίδευση και τα επαγγέλματα στα οποία οδηγεί κάθε διαφορετική κατεύθυνση. Αν και στερεότυπες αντιλήψεις για την διαφορετικά του φύλου σε διαφορετικής νοοτροπίας μαθήματα έχουν αρχίσει και εξασθενούν, κάτι τέτοιο είναι βαθιά ριζωμένο στα κοινωνικά πρότυπα που έχουν επικρατήσει κατά το παρελθόν. Επομένως είναι δύσκολη η μετάβαση στη πλήρη ισότητα των επαγγελμάτων που οδηγούν τα διαφορετικά προγράμματα σπουδών στο σχολείο. Αν και έχουν γίνει αρκετές έρευνες όσο αφορά το φύλο στην εκπαίδευση με τις απόψεις να δίστανται, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ίσως μη συνειδητά οι γονείς και οι διδάσκοντες να δείχνουν επιλεκτικότητα ως προς το φύλο και τα μαθήματα. Επομένως τα αγόρια να έχουν πλεονέκτημα σε τομείς που σχετίζονται με τις φυσικές επιστήμες και την τεχνολογία και τα κορίτσια λόγω της πιο ήπιας φύσης τους σε τομείς όπως κοινωνικές επιστήμες, διδασκαλία στη πρωτοβάθμια εκπαίδευση ή νηπιαγωγοί που έχουν σχέση με παιδιά μικρότερης ηλικίας, όπου δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης σε μεγαλύτερο βαθμό του μητρικού ένστικτου και της φροντίδας μέσω αυτών των επαγγελμάτων.

Συνεχίζοντας με τον αριθμό βιβλίων στο σπίτι, όπου δείχνει και σε ένα βαθμό το πολιτιστικό κεφάλαιο με την ευρύτερη έννοια, όπως μορφωτικό επίπεδο και πηγές γνώσεων πέρα από τα όρια της γνώσης σε σχολικό επίπεδο, παρατηρούμε ότι όταν ένα μαθητής έχει μεγαλώσει σε οικογενειακό περιβάλλον με περισσότερα βιβλία επιδρά όλο και πιο θετικά στην

επίδοση του. Στην μεταβλητή αυτή η κατηγορία βάσης είναι η κατηγορία των 0-25 βιβλίων. Σύμφωνα λοιπόν με τους συντελεστές βήτα παρατηρούμε ότι αν ένας μαθητής έχει πάνω από 201 βιβλία, από 101 έως 200 ή από 26 έως 100 βιβλία στο σπίτι, τότε η επίδοση του αυξάνεται κατά 24.5, 19.7 και 14.2 αντίστοιχα σε σχέση με ένα μαθητή που έχει μικρό αριθμό βιβλίων (0-25 βιβλία).

Όσον αφορά τον τύπο σχολείου παρατηρούμε ότι μαθητές που είναι εγγεγραμμένοι σε δημόσια σχολεία αποδίδουν κατά 15.5 βαθμούς λιγότερο σε σχέση με μαθητές εγγεγραμμένους σε ιδιωτικά σχολεία. Αυτό δείχνει ότι τα ιδιωτικά σχολεία ίσως να εφαρμόζουν πιο αποδοτικές μεθόδους διδασκαλίας ή μέσω του προγράμματος σπουδών που εφαρμόζουν, το οποίο περιλαμβάνει δημιουργικές εργασίες και δραστηριότητες, μαθήματα ρομποτικής και projects, να καλλιεργούν σε μεγαλύτερο βαθμό την κριτική σκέψη των μαθητών. Λόγω της αυτονομίας που έχουν είναι σε θέση να εναλλάσσουν τις μεθόδους διδασκαλίας, να επιλέγουν πρόσθετα σχολικά εγχειρίδια και να κατευθύνουν το πρόγραμμα σπουδών τους ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν κάθε φορά. Σε αντίθεση με τα δημόσια σχολεία που δεν έχουν αυτή την δυνατότητα, αλλά πρέπει να επακολουθήσουν ένα συγκεκριμένο πρόγραμμα σπουδών και ύλης καθορισμένο από το υπουργείο παιδείας.

Η επόμενη μεταβλητή που αναφέρεται στα επιπλέον μαθήματα που παρακολουθούν οι μαθητές εκτός σχολείου για να βελτιώσουν τις μαθησιακές τους ικανότητες. Οι μαθητές που παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα αποδίδουν κατά μέσο όρο 37 βαθμούς λιγότερο ($\beta = -37.07$). Όπως παρατηρούμε η διαφορά είναι μεγάλη και το συμπέρασμα που εξάγεται είναι ότι η νοοτροπία των θεμάτων που οι μαθητές καλούνται να αντιμετωπίσουν στο διαγωνισμό αυτό είναι διαφορετική από την νοοτροπία που προωθεί το εκπαιδευτικό σύστημα στην Ελλάδα. Το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα προωθεί την ακαδημαϊκή γνώση, την αποστήθιση και την θεωρία, κάτι το οποίο έρχεται σε αντίθεση με αυτό που αξιολογεί ο διαγωνισμός PISA. Στον διαγωνισμό αυτό ο μαθητής καλείται να αντιμετωπίσει προβλήματα της καθημερινής ζωής, στον τομέα των φυσικών επιστημών και της τεχνολογίας, δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα στον τρόπο σκέψης και τις δεξιότητες που έχει αποκτήσει στο σχολείο παρά στην απομνημόνευση πολύπλοκων τύπων και θεωρίας. Λόγω αυτού όταν ένας μαθητής αποφασίζει να παρακολουθήσει επιπλέον μαθήματα έχει ως κύριο στόχο την επιτυχία στις εξετάσεις και την υψηλή βαθμολογία στα μαθήματα βάζοντας σε δεύτερη μοίρα την κριτική σκέψη. Σύμφωνα με τα παραπάνω ίσως να εξηγήσει και ένας από τους λόγους που διαχρονικά οι Έλληνες μαθητές έχουν χαμηλή επίδοση. Όταν το εκπαιδευτικό σύστημα προωθεί την εξέταση παρά την μάθηση είναι λογικό ένας μαθητής που έχει δεχτεί διαφορετικά μαθησιακά πρότυπα

να μη μπορεί να αντιμετωπίσει με επιτυχία τη διαφορετικότητα των ερωτήσεων που περιέχει ο διαγωνισμός PISA.

Όσο αφορά τις μεταβλητές που αναφέρονται στην γεωγραφική περιοχή που ανήκει το σχολείο παρατηρούμε ότι μαθητές σε σχολεία αγροτικής περιοχής ($\beta=-15.6$) αποδίδουν χαμηλότερα κατά 15.6 βαθμούς. Μαθητές που είναι εγγεγραμμένοι σε σχολεία ημιαστικής περιοχής ($\beta=-7.87$) αποδίδουν χαμηλότερα κατά 8 περίπου μονάδες σε σχέση με μαθητές που τα σχολεία τους βρίσκονται σε αστικές περιοχές. Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν γεωγραφικές ανισότητες μεταξύ μαθητών με διαφορετικό τόπο διαμονής. Στην Ελλάδα το εκπαιδευτικό σύστημα λειτουργεί με ένα μεγάλο αριθμό καθηγητών με συμβάσεις ορισμένου χρόνου. Συνήθως σε αστικές περιοχές τα σχολεία απαρτίζονται από μόνιμους καθηγητές ενώ σε απομακρυσμένες περιοχές η κάλυψη των κενών θέσεων γίνονται κατά το πλείστον με αναπληρωτές καθηγητές που αναλαμβάνουν υπηρεσία αρκετούς μήνες μετά την έναρξη του σχολικού έτους. Κάτι τέτοιο δημιουργεί δυσκολίες στην διδασκαλία και περιορισμένο χρόνο στην κάλυψη της ύλης με αποδοτικό τρόπο.

Επίσης διαφορές παρατηρούμε και στο πρόγραμμα σπουδών μεταξύ λυκείων, ΕΠΑΛ και γυμνασίων. Μαθητής που πηγαίνει στο γυμνάσιο έχει χαμηλότερη μέση επίδοση κατά 80 περίπου βαθμούς ($\beta=-79,46$). Ενώ μαθητής που παρακολουθεί πρόγραμμα σπουδών επαγγελματικών λυκείων αποδίδει κατά μέσο όρο κατά 62 βαθμούς λιγότερο ($\beta=-62,16$) σε σχέση με μαθητές που πηγαίνουν σε γενικό λύκειο. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν μεγάλες ανισότητες μεταξύ των σχολείων και κυρίως μεταξύ γυμνασίου και επαγγελματικών σχολείων με το πρόγραμμα σπουδών των γενικών λυκείων. Οι μαθητές από τα γενικά λύκεια της χώρας φαίνεται να τα πηγαίνουν καλύτερα στον διαγωνισμό PISA.

5.2. Αποτελέσματα ποσοστιαίας παλινδρόμησης(QR) και ανάλυση

Στην προηγούμενη ενότητα μελετήσαμε την επίδραση των χαρακτηριστικών του μαθητή, του οικογενειακού του υποβάθρου και κάποιων χαρακτηριστικών του σχολείου στη μέση επίδοση των Ελλήνων μαθητών. Πολλές φορές ειδικά σε έρευνες με μεγάλο αριθμό δεδομένων προκύπτει ένα επιπλέον ερευνητικό ερώτημα. Επιδρούν οι ανεξάρτητες μεταβλητές, οι οποίες αντικατοπτρίζουν τα χαρακτηριστικά των μαθητών, διαφορετικά στη μέση επίδοση χαμηλόβαθμων και υψηλόβαθμων μαθητών ή υπάρχει ομοιογένεια; Σε αυτή την ενότητα πραγματοποιήσαμε μια πιο λεπτομερή ανάλυση εξετάζοντας πως επιδρούν οι

ίδιες μεταβλητές που χρησιμοποιήσαμε στα μοντέλα OLS σε διάφορα σημεία κατά μήκος της κατανομής της επίδοσης των μαθητών. Χρησιμοποιώντας μεθόδους ποσοστιαίας παλινδρόμησης (QR), δημιουργήσαμε μια ομάδα γραμμικών μοντέλων παλινδρόμησης σε επιλεγμένα σημεία της κατανομής της μεταβλητής απόκρισης για απαντήσουμε στο παραπάνω ερώτημα. Η επιλογή των σημείων είναι στο 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% ,70%, 80% και 90% της κατανομής της επίδοσης των Ελλήνων μαθητών. Ο κύριος στόχος είναι να εξάγουμε συμπεράσματα που αφορούν τις ουρές της κατανομής, δηλαδή στο 10% ή αλλιώς μαθητές “χαμηλής επίδοσης” και στο 90% ή αλλιώς μαθητές “υψηλής επίδοσης”.

Το μοντέλο QR στα επιλεγμένα σημεία q^{th} της κατανομής της επίδοσης είναι το εξής:

$$Q_q(Y|X = X_k) = \beta_{0q} + \sum_{k=1}^{\kappa} \beta_{qk} \cdot X_k \quad (5.2)$$

Όπου $q = 0.1, 0.2, \dots, 0.8, 0.9$ και X_k οι ανεξάρτητες μεταβλητές.

Model: Index of economic, social and cultural status/Family wealth (WLE)/ Cultural possessions at home (WLE)/Home educational resources (WLE)/Parents' emotional support perceived by student (WLE)/Learning time (minutes per week)–science/ΦΥΛΟ/BOOKS/ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ/Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills]/ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ/ ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ/ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ/ ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΑΞΗΣ

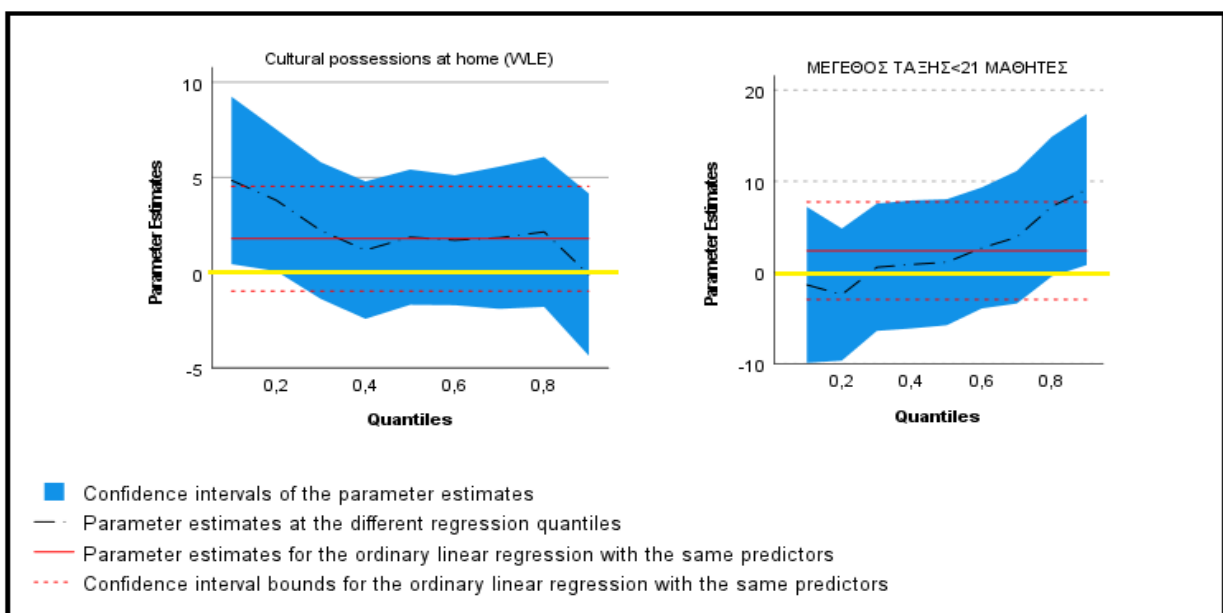
Αρχικά στο πρώτο μοντέλο της ανάλυσης (QR) προσθέσαμε όλες της μεταβλητές που είχαμε εισάγει στο αρχικό μοντέλο πολύπαραγοντικής παλινδρόμησης για να παρατηρήσουμε τι συμβαίνει με τα πολιτιστικά αγαθά στο σπίτι [**Cultural possessions at home (WLE)**] και το μέγεθος της τάξης όπου ήταν μη στατιστικά σημαντικές στην εκτίμηση της μέσης τιμής της επίδοσης. Τα αποτελέσματα της QR ανάλυσης παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα όπου οι τιμές με κίτρινο χρώμα δηλώνουν ότι στο υπό εξέταση quantile η μεταβλητή δεν είναι στατιστικά σημαντική ($p\text{-value} > 0.05$) και δεν επιδρά στην επίδοση των μαθητών.

Πίνακας 22 : Αποτελέσματα QR ανάλυσης (Model 1)

Parameter Estimates by Different Quantiles ^{a,b}										
Parameter	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,5	q=0,6	q=0,7	q=0,8	q=0,9	OLS
(Intercept)	400,82	425,67	449,78	465,72	480,65	494,80	504,10	523,06	552,65	479,88
ESCS(WLE)	11,394	12,730	14,263	14,155	15,116	16,990	16,911	13,352	11,734	14,652
Family wealth (WLE)	-8,590	-8,111	-9,836	-9,599	-10,690	-12,517	-13,038	-11,507	-13,789	-10,552
Cultural possessions at home (WLE)	4,847	3,808	2,209	1,186	1,868	1,706	1,839	2,143	-,101	1,793
Home educational resources (WLE)	6,733	6,428	6,029	5,452	4,880	3,597	2,195	3,695	2,607	4,417
Parents' emotional support (WLE)	9,657	7,688	8,697	9,106	8,364	7,954	7,753	5,865	6,392	7,770
Learning time (minutes per week) - science	,032	,037	,039	,046	,062	,074	,097	,104	,112	,051
FEMALE	-5,538	-4,188	-6,419	-8,476	-7,744	-9,943	-9,815	-8,555	-9,723	-7,747
ΠΑΝΩ ΑΠΟ 201 ΒΙΒΛΙΑ	18,194	22,065	22,138	21,249	21,186	21,233	23,712	29,949	27,477	23,609
101-200 ΒΙΒΛΙΑ	18,567	16,540	16,019	19,921	16,465	16,716	18,195	21,163	20,445	19,436
26-100 ΒΙΒΛΙΑ	14,790	16,694	14,899	15,709	11,982	12,281	14,144	14,295	10,013	14,084
ΔΗΜΟΣΙΟ	-12,075	-11,802	-14,667	-14,096	-14,667	-15,806	-17,180	-19,990	-23,020	-15,333
Lessons to improve your study skills=NAI	-26,164	-32,207	-37,245	-38,335	-39,593	-41,093	-39,482	-37,584	-37,723	-36,959
ΑΓΡΟΤΙΚΗ	-15,652	-18,125	-16,244	-20,475	-16,719	-17,842	-15,681	-21,405	-27,307	-17,088
ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ	-9,911	-7,977	-9,966	-10,262	-10,780	-8,915	-4,682	-8,105	-10,916	-8,618
ΓΥΜΝΑΣΙΟ	-101,795	-76,631	-76,591	-74,399	-74,872	-76,775	-80,882	-70,254	-63,829	-78,487
ΕΠΑΛ	-51,422	-59,500	-64,006	-65,172	-65,227	-65,916	-66,657	-69,155	-72,535	-64,560
ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	-34,398	-34,155	-37,225	-37,733	-26,165	-27,922	-18,341	-8,650	-9,029	-27,127
ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΜΕΤΑΝΑΣΤΗΣ	-14,236	-12,308	-10,167	-12,318	-9,654	-8,941	-7,590	-13,555	-10,942	-10,724
ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΑΞΗΣ<21 ΜΑΘΗΤΕΣ	-1,354	-2,418	,577	,885	1,127	2,696	3,866	7,229	9,105	2,386
a. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN						P-VALUE> 0.05				
b. Model: (Intercept), Index of economic, social and cultural status, Family wealth (WLE), Cultural possessions at home (WLE), Home educational resources (WLE), Parents' emotional support perceived by student (WLE), Learning time (minutes per week) - science, ΚΟΡΙΤΣΙΑ, BOOKS, ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ, ΜΕΓΕΘΟΣ ΤΑΞΗΣ										

Παρατηρώντας στον παραπάνω πίνακα αποτελεσμάτων τους συντελεστές β σε διάφορα σημεία της κατανομής, βλέπουμε ότι τα πολιτιστικά αγαθά στο σπίτι των μαθητών στο μεγαλύτερο μέρος της κατανομής είναι στατιστικά ασήμαντη και δεν επιδρά στην επίδοση των μαθητών για του μαθητές υψηλών βαθμολογιών. Αντίθετα στα σημεία 10% και 20% δηλαδή τους μαθητές χαμηλής επίδοσης, η μεταβλητή αυτή είναι στατιστικά σημαντική με συντελεστές $\beta_{0.1}=4.847$ και $\beta_{0.2}=3.808$. Αυτό σημαίνει ότι παρατηρείτε διάφορα μεταξύ χαμηλόβαθμων μαθητών με διαφορετικό επίπεδο πρόσβασης σε αυτά είδη με θετική σχέση. Δηλαδή για αύξηση κατά μια μονάδα στον δείκτη πολιτιστικών αγαθών η επίδοση αυξάνεται κατά 5 και 4 περίπου βαθμούς αντίστοιχα.

Το μέγεθος της τάξης παρατηρούμε ότι δεν έχει στατιστικά σημαντική επίδραση σε σχεδόν όλα τα σημεία ελέγχου εκτός από το 90^ο εκατοστημόριο στο οποίο παρατηρούμε ότι επιδρά στατιστικά σημαντικά θετικά στην επίδοση όταν η τάξη του μαθητή είναι μικρή, λιγότερο από 21 μαθητές, σε σχέση με τάξη πολλών μαθητών. Η κλίση $\beta_{0.9}=9.105$ υποδηλώνει αύξηση της επίδοσης κατά περίπου 9 βαθμούς. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ο αριθμός των μαθητών στην τάξη δεν επιδρά στην επίδοση αλλά όσο αφορά τους πολύ καλούς μαθητές οι μικρές τάξεις τους ευνοούν. Ίσως η διδασκαλία να είναι εξατομικευμένη με επίκεντρο τους πολύ καλούς μαθητές ή λόγω του πιο ευνοϊκού κλίματος λόγω των πιο λίγων μαθητών να είναι πιο αποδοτική η μετάδοση της γνώσης από τον διδάσκοντα προς τους άριστους μαθητές.



Γράφημα 27. Συντελεστές β των μεταβλητών Cultpross και Μέγεθος τάξης σε 10 διαφορετικά σημεία της κατανομής της επίδοσης.

Παρόλο όμως την θετική επίδραση για την μεταβλητή CULTPOSS παρατηρώντας το γράφημα παρατηρούμε ότι είναι οριακά στατιστικά σημαντικές για τους χαμηλόβαθμους μαθητές [p-value(0,1)=0.031 και (p-value(0,2)=0.045]. Το μέγεθος της τάξης για τους πολύ υψηλόβαθμους μαθητές έχει p-value(0,9)=0.03.

Στη συνέχεια αφαιρέσαμε τις δυο μεταβλητές που στο μεγαλύτερο ποσοστό της κατανομή της επίδοσης ήταν μη στατιστικά σημαντικές.

Πίνακας 23: Χαρακτηριστικά QR μοντέλου 2

Quantile Regression	Model Quality ^{a,b,c}								
	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,5	q=0,6	q=0,7	q=0,8	q=0,9
Pseudo R Squared	,182	,189	,189	,185	,184	,179	,172	,165	,166
Mean Absolute Error (MAE)	83,8032	64,5587	55,4619	50,3689	48,5915	50,2314	55,1480	65,3277	83,4091

a. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

b. Model: (Intercept), Index of economic, social and cultural status, Family wealth (WLE), Home educational resources (WLE), Parents' emotional support perceived by student (WLE), Learning time (minutes per week) - science, ΚΟΡΙΤΣΙΑ, BOOKS, ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

c. Method: Interior Point non-linear optimization

Παρατηρώντας τον παραπάνω πίνακα βλέπουμε ότι σε όλα τα σημεία της κατανομής ο Pseudo συντελεστής προσδιορισμού έχει υπολογιστεί παίρνοντας περίπου τις ίδιες τιμές. Αυτό σημαίνει ότι σε όλα τα σημεία υπήρχε ικανοποιητικός αριθμός μαθητών με αποτέλεσμα το πρόγραμμα να έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει του συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών.

Το δεύτερο μοντέλο QR έδωσε τα αποτελέσματα του πίνακα στον οποίον έχουμε ενσωματώσει και τα αποτελέσματα των συντελεστών β της πολλαπλής παλινδρόμησης για σύγκριση. Το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας είναι 5%. Για συντελεστές β με p-value < 0.05 **, για p-value < 0.01 *** και για p-value > 0.05 (ns) μη στατιστικά σημαντικό.

Πίνακας 24 : Αποτελέσματα QR ανάλυσης (Model 2)

Parameter Estimates by Different Quantiles ^{a,b}										
Parameter	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,5	q=0,6	q=0,7	q=0,8	q=0,9	OLS
(Intercept)	396,457 ***	424,179 ***	451,325 ***	466,431 ***	481,694 ***	493,515 ***	503,277 ***	525,219 ***	558,234 ***	480,023 ***
Index of economic, social and cultural status	12,799 ***	13,724 ***	14,781 ***	14,605 ***	15,661 ***	17,780 ***	17,771 ***	14,922 ***	11,772 ***	15,396 ***
Family wealth (WLE)	-8,345 ***	-8,066 ***	-9,393 ***	-9,719 ***	-10,369 ***	-12,318 ***	-12,784 ***	-11,526 ***	-13,976 ***	-10,506 ***
Home educational resources (WLE)	7,825 ***	6,340 ***	6,276 ***	6,049 ***	5,377 ***	4,130 ***	3,060 **	3,324 **	2,804 (ns)	4,853 ***
Parents' emotional support	9,642 ***	8,289 ***	8,641 ***	8,800 ***	8,054 ***	7,426 ***	6,981 ***	5,729 ***	6,251 ***	7,723 ***
Learning time (minutes per week) - science	0,031 **	0,038 ***	0,037 ***	0,046 ***	0,060 ***	0,075 ***	0,092 ***	0,098 ***	0,101 ***	0,050 ***
[ΦΥΛΟ=ΚΟΡΙΤΣΙΑ]	-5,146 (ns)	-4,371 (ns)	-6,142 ***	-8,245 ***	-7,210 ***	-9,598 ***	-9,086 ***	-8,962 ***	-10,134 ***	-7,544 ***
[BOOKS> 201]	22,679 ***	24,514 ***	22,633 ***	22,320 ***	22,173 ***	22,550 ***	25,028 ***	32,170 ***	28,556 ***	24,472 ***
[BOOKS=101-200]	22,395 ***	18,832 ***	14,161 ***	20,267 ***	16,189 ***	16,967 ***	18,591 ***	20,918 ***	20,579 ***	19,657 ***
[BOOKS=26-100]	18,138 ***	17,063 ***	15,093 ***	15,589 ***	12,039 ***	12,479 ***	15,602 ***	13,964 ***	9,857 **	14,228 ***
[ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ-ΔΗΜΟΣΙΟ]	-10,936 (ns)	-11,317 **	-15,225 ***	-15,350 ***	-15,842 ***	-15,295 ***	-16,177 ***	-20,468 ***	-25,945 ***	-15,542 ***
Lessons to improve your [study skills]-ΝΑΙ]	-26,373 ***	-32,582 ***	-38,507 ***	-37,998 ***	-39,297 ***	-40,941 ***	-40,543 ***	-36,793 ***	-38,986 ***	-37,078 ***
[ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ-ΑΓΡΟΤΙΚΗ]	-15,909 ***	-15,226 ***	-16,302 ***	-19,874 ***	-15,727 ***	-16,926 ***	-13,854 ***	-20,628 ***	-18,513 ***	-15,600 ***
[ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ-ΗΜΙΑΣΤΙΚΗ]	-8,382 **	-6,802 **	-9,477 ***	-10,006 ***	-9,623 ***	-7,312 **	-3,916 (ns)	-6,472 **	-9,283 **	-7,875 ***

Parameter Estimates by Different Quantiles ^{a,b}										
Parameter	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,5	q=0,6	q=0,7	q=0,8	q=0,9	OLS
[ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ-ΓΥΜΝΑΣΙΟ]	-96,121 ***	-77,908 ***	-78,271 ***	-71,301 ***	-73,462 ***	-72,958 ***	-81,624 ***	-79,481 ***	-76,473 ***	-79,463 ***
[ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ-ΕΠΑΛ]	-50,499 ***	-56,432 ***	-62,676 ***	-63,923 ***	-63,862 ***	-63,577 ***	-63,470 ***	-67,083 ***	-64,794 ***	-62,166 ***
[ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ-ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ]	-31,756 ***	-34,498 ***	-35,566 ***	-35,994 ***	-25,460 ***	-27,029 ***	-15,367 (ns)	-12,573 (ns)	-9,786 (ns)	-25,379 ***
[ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ-ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΙΑΣ]	-13,284 **	-12,141 **	-9,394 **	-11,789 ***	-9,062 **	-7,292 (ns)	-6,913 (ns)	-10,828 **	-13,113 **	-10,210 ***

a. Dependent Variable: PV_SCIENCE
b. Model: (Intercept), Index of economic, social and cultural status, Family wealth (WLE), Home educational resources (WLE), Parents' emotional support perceived by student (WLE), Learning time (minutes per week) - science, ΚΟΡΙΤΣΙΑ, BOOKS, ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Προχωρώντας στην εξήγηση των αποτελεσμάτων παρατηρούμε ότι η σταθερά είναι στατιστικά σημαντική. Αν και η εξήγηση δεν έχει πρακτική σημασία, εδώ θα μπορούσαμε να πούμε ότι αν ένας μαθητής με χαρακτηριστικά στις WLE μεταβλητές ίδια με το μέσο μαθητή του ΟΟΣΑ, που δεν αφιερώνει χρόνο για μελέτη, δεν παρακολουθεί επιπλέον μαθήματα, πηγαίνει στο δημόσιο λύκειο που ανήκει σε αστική περιοχή και δεν έχει μεταναστευτικό υπόβαθρο η επίδοσή του είναι από 396 περίπου αν ανήκει στους χαμηλόβαθμους μέχρι 558 αν ανήκει στη κατηγορία των υψηλόβαθμων μαθητών.

Στη συνέχεια ο δείκτης κοινωνικής θέσης της οικογένειας (ESCS) δείχνει θετικά στατιστικά σημαντική επίδραση σε όλο το μήκος της κατανομής, όπου στους χαμηλόβαθμους και υψηλόβαθμους μαθητές επιδρά σχεδόν το ίδιο για αύξηση κατά μια μονάδα (12.8 για το 10% της κατανομής και 11.8 για το 90%). Επιπλέον παρατηρούμαι μια μεγαλύτερη θετική επίδραση στο 50% έως 70% κατά μέσο όρο 5 περίπου μονάδες ($\beta_{0,5}=15.7$, $\beta_{0,6/0.7}=17.8$). Οπότε συμπεραίνουμε ότι η κοινωνική τάξη της οικογένειας διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και είναι ένας ισχυρός προβλεπτικός παράγοντας της επίδοσης των μαθητών.

Στον παρακάτω πίνακα έχουν υπολογιστεί οι τιμές της επίδοσης σε διάφορα σημεία της κατανομής για μαθητή που προέρχεται από μειονεκτική θέση και για μαθητή που η οικογένεια

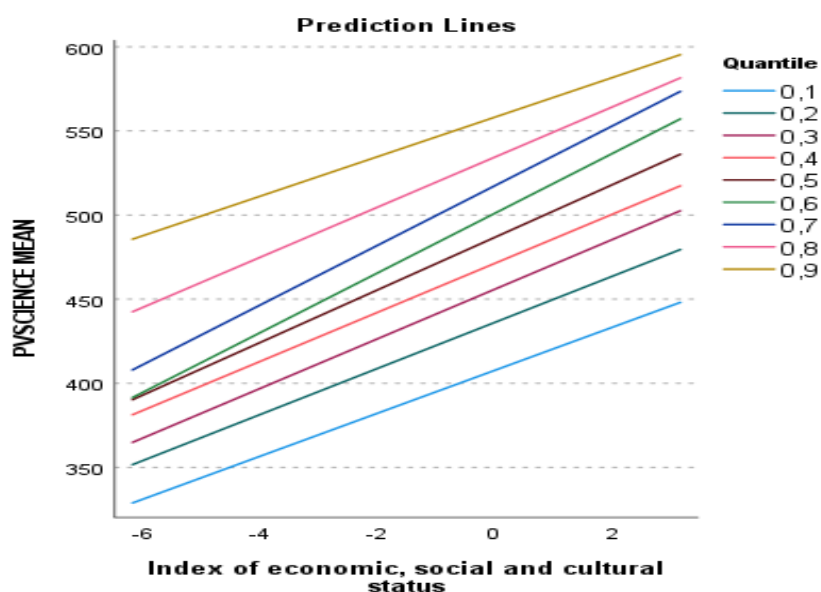
του κατέχει πολύ πλεονεκτική θέση όσο αφορά τον δείκτη αυτό. Όπως φαίνεται οι διαφορές είναι μεγάλες με μεγαλύτερη διαφορά στο $q=0.6$ και $q=0.7$. Παρόλα αυτά όμως σύμφωνα με την βιβλιογραφία υπάρχουν μαθητές που ενώ ανήκουν σε κοινωνικοοικονομικό επίπεδο κάτω του 25% της κατανομής στον δείκτη αυτό καταφέρνουν να πετυχαίνουν βαθμολογίες που τους κατατάσσουν πάνω από το 75% της κατανομής της επίδοσης στις χώρες του ΟΟΣΑ. Οι μαθητές αυτοί χαρακτηρίζονται ως “ανθεκτικοί μαθητές”, κάτι το οποίο σημαίνει ότι η μειονεκτική κοινωνική θέση δεν αποτελεί πεπρωμένο και δεν δρα απαραίτητα σαν τροχοπέδη στην απόκτηση ικανοτήτων και δεξιοτήτων.

Πίνακας 25: Εκτιμώμενες τιμές επίδοσης για δυο ακραία επίπεδα στον δείκτη ESCS

Prediction Table ^{a,b}									
ESCS Index	q=0,1	q=0,2	q=0,3	q=0,4	q=0,5	q=0,6	q=0,7	q=0,8	q=0,9
-6,163200	328,791	351,560	364,769	381,215	390,157	391,399	407,835	442,399	485,561
3,161300	448,140	479,533	502,592	517,399	536,189	557,188	573,545	581,543	595,329

a. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

b. Predictors in the model are evaluated at ΚΟΡΙΤΣΙΑ=FEMALE, BOOKS=26-100 books, ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ=ΔΗΜΟΣΙΟ, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills]=No, ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ=ΑΣΤΙΚΗ, ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ=ΛΥΚΕΙΟ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ=NATIVE, Family wealth (WLE)=-,297531, Home educational resources (WLE)=-,054005, Parents' emotional support perceived by student (WLE)=,032818, Learning time (minutes per week) - science=215,67



Γράφημα 28. Προβλεπτικές ευθείες επίδοσης - δείκτη ESCS

Το ίδιο συμπέρασμα παρατηρούμε μέσω του γραφήματος 28, των προβλεπτικών ευθειών στα διάφορα επιλεγμένα σημεία. Παρατηρούμε ότι η κλίση των ευθειών στο 10% και 90% είναι σχεδόν ίδιες, ενώ μεγαλύτερη είναι η κλίση που παρουσιάζουν οι ευθείες στο 60% και 70% της κατανομής της επίδοσης.

Ο πλούτος της οικογένειας παρατηρούμαι ότι έχει αρνητική επίδραση σε όλο το μήκος της κατανομής της επίδοσης. Τα αποτελέσματα όμως μας δείχνουν ότι επιδρά με διαφορετική ένταση για χαμηλόβαθμους και υψηλόβαθμους μαθητές ($\beta_{0,1}=-8.4\dots \beta_{0,9}=-14$), όπου συμπεραίνουμε ότι αύξηση κατά μια μονάδα στον δείκτη αυτόν έχει πιο αρνητική επίδραση κατά 6 μονάδες κατά απόλυτη τιμή για τους μαθητές υψηλής επίδοσης. Άρα η πρόσβαση σε καταναλωτικά αγαθά έχει αρνητική επιρροή, κάτι που δείχνει ότι τα υλικά αγαθά δεν σχετίζονται θετικά με την μάθηση αλλά το αντίθετο.

Ο δείκτης που έχει σχέση με τα αγαθά στο σπίτι, τα οποία σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση όπως ένα γραφείο για μελέτη, σχολικά βοηθήματα, εκπαιδευτικό λογισμικό, σύνδεση στο διαδίκτυο παρατηρούμε ότι έχει πιο ισχυρή επίδραση στους χαμηλόβαθμους μαθητές και καθώς προχωράμε προς τους υψηλόβαθμους μαθητές μειώνεται και τελικά καταλήγει να μην είναι στατιστικά σημαντικός στο 90% της κατανομής ($\beta=7.825\dots 2.804$). Αυτό δείχνει τη διαφορετική επίδραση του δείκτη μεταξύ μαθητών με διαφορετική επίδοση στον διαγωνισμό, όπου στους μαθητές υψηλής επίδοσης τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι δεν είναι προβλεπτικός παράγοντας της επίδοσης τους. Αυτή η μεταβλητότητα του συντελεστή της μεταβλητής υποδεικνύει ότι οι μαθητές χαμηλής επίδοσης έχουν ανάγκη για την βελτίωση της επίδοσης την απαραίτητη πρόσβαση σε απλά αγαθά που σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση. Αντίθετα, όσο αφορά μαθητές υψηλής επίδοσης η επίδοση τους φαίνεται να επηρεάζεται από πιο εξεζητημένες πηγές εκπαίδευσης.

Η συναισθηματική υποστήριξη που λαμβάνουν οι μαθητές από τις οικογένειες τους είναι στατιστικά σημαντικός παράγοντας σε όλο το μήκος της κατανομής της επίδοσης των μαθητών. Παρατηρούμε όμως καθώς πηγαίνουμε από τους μαθητές χαμηλής επίδοσης στους μαθητές υψηλής επίδοσης ο συντελεστής β μειώνεται ($\beta_{0,1}=9.642\dots \beta_{0,9}=6.251$). Σύμφωνα με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι οι χαμηλόβαθμοι μαθητές χρειάζονται περισσότερη ψυχολογική υποστήριξη και συμπαράσταση από τους γονείς τους, ίσως λόγω των χαμηλών επιδόσεων σε σχέση με τους μαθητές υψηλής επίδοσης όπου ναι μεν ο δείκτης αυτός επιδρά θετικά αλλά με μικρότερη ένταση.

Συνεχίζοντας με την ανεξάρτητη μεταβλητή του χρόνου που αφιερώνει ο μαθητής για την εβδομαδιαία μελέτη στα μαθήματα των φυσικών επιστήμων παρατηρούμε ότι αύξηση

κατά ένα λεπτό μελέτης την εβδομάδα επιδρά θετικά σε όλο το μήκος της κατανομής αλλά με διαφορετικό βαθμό. Στο 10% της επίδοσης το $\beta=0.031$ και καθώς πηγαίνουμε προς μαθητές υψηλότερης επίδοσης ο συντελεστής αυξάνεται, όπου στο 90% γίνεται τριπλάσιος $\beta=0,1$. Δηλαδή για αύξηση του χρόνου μελέτης κατά 100 λεπτά (περίπου 1.5 ώρα και κάτι) παρατηρούμε ότι η επίδοση για τους πολύ χαμηλόβαθμους μαθητές αυξάνεται κατά 3 βαθμούς, ενώ για τους πολύ υψηλόβαθμους κατά 10 βαθμούς περίπου. Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι μαθητές υψηλής επίδοσης έχουν μεγαλύτερο ρυθμό απόδοσης για τον ίδιο χρόνο διαβάσματος, κάτι το οποίο δείχνει ότι η μέθοδος διαβάσματος που επιλέγουν είναι πιο αποδοτική και ότι ίσως δεν έχουν κενά στα μαθήματα αυτά από προηγούμενες τάξεις, τα οποία δρουν ως τροχοπέδη στην εξέλιξη των μαθησιακών τους ικανοτήτων. Τα μαθήματα φυσικών επιστημών απαιτούν συνοχή γνώσεων από παλιότερες τάξεις, χωρίς μαθησιακά κενά, ώστε ο μαθητής να ανταπεξέλθει σε πιο απαιτητικές και εξεζητημένες προκλήσεις, καθώς σε αυτό το γνωστικό επίπεδο η δυσκολία αυξάνεται κατά την μετάβαση σε μεγαλύτερες τάξεις.

Όσον αφορά το φύλο παρατηρούμε ότι δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ αγοριών και κοριτσιών στο 10% και 20% της κατανομής επίδοσης, δηλαδή στους μαθητές χαμηλής επίδοσης. Καθώς όμως διατρέχουμε την κατανομή προς τους καλύτερους μαθητές, η διαφορά γίνεται στατιστικά σημαντική και αυξάνεται με τα αγόρια να πετυχαίνουν καλύτερους βαθμούς από τα κορίτσια, καταλήγοντας για τους πολύ κάλους μαθητές τα αγόρια να γράφουν περίπου 10 μονάδες παραπάνω ($\beta=-10,134$ για κορίτσια). Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι τα αγόρια δείχνουν να έχουν μια πιο θετική κλίση στις φυσικές επιστήμες παρόλο που υπάρχουν και κορίτσια με θετικές επιδόσεις και πολύ καλούς βαθμούς. Το παραπάνω συμπέρασμα συμβαδίζει με την ανάλυση των αποτελεσμάτων του μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης που κάναμε στην προηγούμενη ενότητα.

Η επόμενη ανεξάρτητη μεταβλητή έχει σχέση με τον αριθμό βιβλίων που είναι διαθέσιμα στο σπίτι την οποία την κατηγοριοποιήσαμε σε 4 ομάδες. Η κατηγορία σύγκρισης είναι όταν ο μαθητής έχει διαθέσιμα στο σπίτι του από 0-25 βιβλία, δηλαδή όταν στο οικογενειακό του περιβάλλον η πρόσβαση σε πόρους που σχετίζονται με τα βιβλία είναι ασθενής. Αυτή η μεταβλητή από μια διαφορετική οπτική γωνία δείχνει το επίπεδο μόρφωσης και εν μέρει το πολιτισμικό επίπεδο της οικογένειας που σχετίζεται με άυλα αγαθά. Παρατηρούμε ότι έχει θετική επίδραση στην επίδοση όταν ο μαθητής έχει μεγαλώσει σε οικογενειακό περιβάλλον με βιβλία στο σπίτι. Πιο συγκεκριμένα για μαθητές που δήλωσαν ότι έχουν πάνω από 201 βιβλία παρατηρούμε ότι στο 10% και 20% της επίδοσης οι μαθητές

αποδίδουν κατά 23, 24 βαθμούς περισσότερο σε σχέση με μαθητές που έχουν 0 έως 25 βιβλία. Ενώ όσο μετακινούμαστε προς μαθητές υψηλότερης επίδοσης και κυρίως στο 70 % έως το 90% παρατηρούμε ότι οι μαθητές πετυχαίνουν μεγαλύτερη επίδοση κατά 25, 32 και 28 βαθμούς αντίστοιχα. Αντίθετα μαθητές που έχουν από 101 έως 200 βιβλία παρατηρούμε ότι οι χαμηλόβαθμοι και υψηλόβαθμοι μαθητές αποδίδουν περισσότερο από μαθητές με 0 έως 25 βιβλία περίπου το ίδιο, δηλαδή κατά 21 με 22 βαθμούς. Στη συνέχεια για μαθητές που έχουν από 26 έως 100 βιβλία παρατηρούμε, ότι οι χαμηλόβαθμοι μαθητές αποδίδουν περισσότερο κατά 18 βαθμούς ($\alpha=0.1$) ενώ οι υψηλόβαθμοι κατά 10 περίπου βαθμούς ($\alpha=0.9$). Αναλύοντας κάθετα τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι για τους χαμηλόβαθμους μαθητές ($\alpha=0.1$) καθώς πηγαίνουμε από μαθητές με πολλά βιβλία προς μαθητές προς λίγα βιβλία ο συντελεστής β μειώνεται με μικρότερο ρυθμό ($\beta_{0.1}:22.7/22.4/18$), ενώ για υψηλόβαθμους μαθητές($\alpha=0.9$) ο συντελεστής β μειώνεται με μεγαλύτερο ρυθμό ($\beta_{0.9}:28,6/20,6/9,9$). Τα παραπάνω αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ναι μεν ο αριθμός βιβλίων είναι προβλεπτικός παράγοντας της επίδοσης με θετική σχέση, αλλά για χαμηλόβαθμους μαθητές ο αριθμός των βιβλίων έχει σημασία μέχρι ενός αριθμού και όχι τα πάρα πολλά βιβλία. Αντίθετα, για τους υψηλόβαθμους μαθητές όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός βιβλίων στο σπίτι τόσο περισσότερο επιδρά στην επίδοση με την διάφορα στις βαθμολογίες να είναι αισθητή. Για να γίνει πιο κατανοητό το παραπάνω συμπέρασμα υπολογίσαμε τις απολυτές τιμές της εκτιμωμένης επίδοσης. Ορίσαμε σταθερές τιμές στις υπόλοιπες μεταβλητές σύμφωνα για διάφορα επίπεδα αριθμού βιβλίων στο σπίτι και για τρία διαφορετικά σημεία (για χαμηλής επίδοσης μαθητές, τη διάμεσο και υψηλής επίδοσης μαθητές).

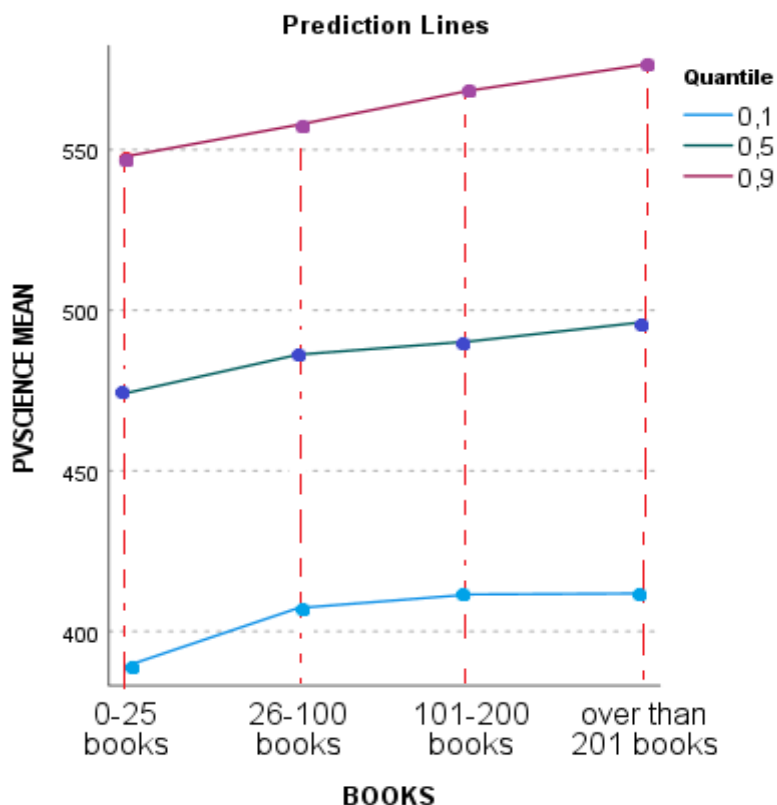
Πίνακας 26: Προβλεπτικές τιμές επίδοσης για διάφορα επίπεδα αριθμού βιβλίων

Prediction Table ^{a,b,c}				Δ-ΜΕΤΑΒΟΛΗ Ή ΒΗΤΑ		
BOOKS	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,9$	$\alpha=0,1$	$\alpha=0,5$	$\alpha=0,9$
ΠΑΝΩ ΑΠΟ 201	411,804	496,306	576,433	22,679	22,172	28,557
101-200	411,520	490,323	568,455	22,395	16,189	20,579
26-100	407,263	486,173	557,733	18,138	12,039	9,857
0-25	389,125	474,134	547,876	0	0	0

a. Dependent Variable: PVSCIENCE MEAN

b. Model: (Intercept), Index of economic, social and cultural status, Family wealth (WLE), Home educational resources (WLE), Parents' emotional support perceived by student (WLE), Learning time (minutes per week) - science, ΚΟΡΙΤΣΙΑ, BOOKS, ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills], ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ, ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

c. Predictors in the model are evaluated at ΦΥΛΟ =ΚΟΡΙΤΣΙ, ΤΥΠΟΣ ΣΧΟΛΕΙΟΥ=ΔΗΜΟΣΙΟ, Do you currently attend additional instruction? Lessons to improve your [study skills]=ΟΧΙ, ΠΕΡΙΟΧΗ ΣΧΟΛΕΙΟΥ=ΑΣΤΙΚΗ, ΣΧΟΛΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ=ΛΥΚΕΙΟ, ΜΕΤΑΝΑΣΤΕΥΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ=NATIVE, Index of economic, social and cultural status=-0,032339, Family wealth (WLE)=-0,297531, Home educational resources (WLE)=-0,054005, Parents' emotional support perceived by student (WLE)=0,032818, Learning time (minutes per week) - science=215,67



Γράφημα 29. Εκτιμώμενη επίδοση για διαφορετικό αριθμό βιβλίων σε 3 διαφορετικά σημεία της κατανομής της επίδοσης.

Το παραπάνω συμπέρασμα, το οποίο προέκυψε εξετάζοντας την επίδραση του αριθμού βιβλίων στην επίδοση, παρατηρούμε ότι συμβαδίζει με το συμπέρασμα που εξήχθη μέσω της μελέτης της επίδρασης της μεταβλητής των εκπαιδευτικών πόρων στο σπίτι. Ενώ στους χαμηλόβαθμους μαθητές η επίδοση εξαρτάται σε μεγαλύτερο βαθμό από βασικά και απαραίτητα αγαθά που σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση, η επίδοση των υψηλόβαθμων μαθητών επηρεάζεται πιο πολύ από εξεζητημένες πηγές στις οποίες μπορούν να αναζητήσουν πληροφορίες και να βελτιώσουν την επίδοση τους.

Η μεταβλητή που σχετίζεται με τον τύπο του σχολείου ,δηλαδή δημόσιο ή ιδιωτικό έχει σαν βάσει αναφοράς το ιδιωτικό σχολείο. Παρατηρούμε ότι για τους μαθητές χαμηλής επίδοσης ($q=0.1$) δεν είναι στατιστικά σημαντική, οπότε δεν παρατηρείται διάφορα μεταξύ

χαμηλόβαθμων μαθητών σε δημόσιο και ιδιωτικό σχολείο. Όταν όμως κατευθυνόμαστε προς όλο και καλύτερους μαθητές παρατηρούμε ότι η επιρροή του τύπου σχολείου στην επίδοση μετατρέπεται σε στατιστικά σημαντική με τη διάφορα συνεχώς να αυξάνεται υπέρ των ιδιωτικών σχολείων ($\beta_{0,2}=-11.317$ έως $\beta_{0,9}=-26$ περίπου στο $q=0.9$). Βέβαια εδώ ίσως μαθητές από πλεονεκτικό οικογενειακό υπόβαθρο πχ. ESCS να προτιμούν να εγγραφούν σε ιδιωτικά σχολεία. Παρόλα αυτά όμως η διάφορα 26 βαθμών υπέρ των ιδιωτικών σχολείων είναι μεγάλη σε σημείο να μη μπορούμε να απορρίψουμε το ενδεχόμενο ότι το πρόγραμμα σπουδών που προσφέρουν τα σχολεία αυτού του τύπου είναι καλύτερο ή τουλάχιστον συμβαδίζει πιο πολύ με την νοοτροπία των θεμάτων του διαγωνισμού PISA, στον οποίο αξιολογείται η απόκτηση δεξιοτήτων και κριτικής σκέψης.

Στη συνέχεια παρατηρούμε ότι οι μαθητές που παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα για να βελτιώσουν τις μαθησιακές τους δεξιότητες αποδίδουν χαμηλότερα σε όλα τα σημεία της κατανομής της επίδοσης σε σχέση με μαθητές που έχουν δηλώσει ότι δεν παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα και η διαφορά είναι αρκετά μεγάλη. Αν επικεντρωθούμε σε μαθητές που κατατάσσονται βαθμολογικά πάνω από την επίδοση που αντιστοιχεί στη διάμεσο παρατηρούμε ότι η διαφορά αυτή ξεπερνάει του 40 βαθμούς. Μαθητές που είναι πάρα πολύ καλοί έχουν μια διαφορά στην απόδοση κατά 39 μονάδες. Τα παραπάνω αποτελέσματα ενισχύουν το αρχικό συμπέρασμα που είχαμε καταλήξει μέσω του μοντέλου εκτίμησής της μέσης επίδοσης. Καταλήγουμε λοιπόν στο συμπέρασμα ότι ενώ υψηλόβαθμοι μαθητές παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα φαίνεται να αποδίδουν χαμηλότερα στα θέματα του διαγωνισμού αυτού κάτι το οποίο οφείλεται στην διαφορετική νοοτροπία και στόχο του ελληνικού εκπαιδευτικού συστήματος με αυτό που εξετάζει και αξιολογεί ο διαγωνισμός PISA. Ένας καλός μαθητής που παρακολουθήσει επιπλέον μαθήματα θα θέσει σαν στόχο την υψηλή βαθμολογία και την επιτυχία στις πανελλαδικές εξετάσεις που θα τον οδηγήσουν να επιτύχει στην σχολή της επιλογής του και να εισαχθεί στην τριτοβάθμια εκπαίδευση. Όλη αυτή η πορεία όμως μέχρι το τελικό στόχο απαιτεί χρόνο μελέτης για την απόκτηση ακαδημαϊκής γνώσης, αποστήθιση θεωρίας και κατανόησης πολύπλοκων ασκήσεων. Ο μαθητής αναγκάζεται να θυσιάσει ένα μεγάλο μέρος του ελεύθερου χρόνου ώστε να αναλωθεί στην απόκτηση μεγάλου όγκου γνώσεων, χωρίς να καλλιεργεί την κριτική του σκέψη. Επομένως δεν μαθαίνει πως να σκέφτεται και να αντιμετωπίζει με επιτυχία καθημερινές προκλήσεις που συναντάει στην καθημερινή ζωή του, κάνοντας χρήση μόνο των απαραίτητων και βασικών γνώσεων που έχει διδαχτεί στο σχολείο.

Η περιοχή του σχολείου και επομένως ο τόπος κατοικίας του μαθητή χωρίζεται σε τρεις περιφέρειες αγροτική, ημιαστική και αστική με βάση αναφοράς την αστική περιοχή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η γεωγραφική περιοχή είναι προβλεπτικός παράγοντας της επίδοσης και επιδρά με διαφορετικό τρόπο στην επίδοση των μαθητών. Μαθητές που προέρχονται από αγροτική περιοχή, τόσο χαμηλής όσο και υψηλής επίδοσης, πετυχαίνουν χαμηλότερο βαθμό σε σχέση με μαθητές της αστικής περιοχής. Πιο συγκεκριμένα παρατηρείται μείωση της βαθμολογίας κατά 16 μονάδες για μαθητές χαμηλής επίδοσης ($\beta_{0,1}=-15.91$). Για τους μαθητές υψηλής επίδοσης η επίδραση της περιοχής είναι πιο αρνητική με τη διαφορά να είναι 20.6 βαθμοί για το 80% και 18.5 για το 90% της κατανομής ($\beta_{0,8}=-20.628$, $\beta_{0,9}=-18.513$). Το παραπάνω αποτέλεσμα δείχνει ότι μαθητές που προέρχονται από μειονεκτικές περιοχές, απομακρυσμένες από πόλεις, παρουσιάζουν χειρότερη επίδοση με πιο ισχυρή αρνητική επίδραση στους καλούς μαθητές.

Επιπλέον σχετικά με τους μαθητές που προέρχονται από ημιαστικές περιοχές παρατηρούμε ότι πετυχαίνουν μικρότερες βαθμολογίες σε σχέση με μαθητές από αστικά κέντρα σε όλο το μήκος της κατανομής με εξαίρεση στο 70% όπου είναι μη στατιστικά σημαντική. Στα υπόλοιπα σημεία της κατανομής η αρνητική επίδραση στη βαθμολογία λόγω ημιαστικής περιοχής είναι σχεδόν η μισή σε σχέση με την επίδραση λόγω αγροτικής περιοχής. Επιπλέον εδώ παρατηρούμε ότι χαμηλόβαθμοι μαθητές και υψηλόβαθμοι μαθητές έχουν περίπου τον ίδιο βαθμό αρνητικής επίδρασης στην επίδοση σε σχέση με τους αντίστοιχους μαθητές από αστικές περιοχές ($\beta_{0,1}=-8.38$, $\beta_{0,2}=-6.8$, $\beta_{0,8}=-6.5$, $\beta_{0,9}=-9.3$). Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι υπάρχουν αρκετές γεωγραφικές ανισότητες οι οποίες έχουν διαφορετική ισχύ στην επίδοση των μαθητών.

Μέσω της επομένης μεταβλητής αναζητήσαμε τυχόν διαφορές σχετικά το πρόγραμμα σπουδών που παρακολουθούν οι μαθητές οι οποίοι προέρχονται από γυμνάσιο, γενικό λύκειο και ΕΠΑΛ. Η κατηγορία σύγκρισης είναι η Α' τάξη του γενικού λυκείου. Παρατηρώντας τα αποτελέσματα παρατηρούμε μεγάλες ανισότητες μεταξύ των προγραμμάτων σπουδών, με τους μαθητές που είναι εγγεγραμμένοι σε γενικά λύκεια να βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση. Πιο συγκεκριμένα μαθητής του γυμνασίου με χαμηλή επίδοση φαίνεται να αποδίδει λιγότερο κατά περίπου σχεδόν 96 μονάδες συγκριτικά με μαθητή γενικού λυκείου αντίστοιχης επίδοσης ($\beta_{0,1}=-96.121$). Ομοίως, μαθητής γυμνασίου υψηλής επίδοσης πετυχαίνει βαθμολογία κατά 80 μονάδες περίπου πιο χαμηλή σε σχέση με τον αντίστοιχο μαθητή λυκείου ($\beta_{0,9}=-79.481$). Στην περίπτωση που ο μαθητής παρακολουθεί σχολικό πρόγραμμα ΕΠΑΛ, παρατηρούμε ότι για χαμηλόβαθμους μαθητές η επίδοση μειώνεται κατά το ήμισυ συγκριτικά με μαθητή

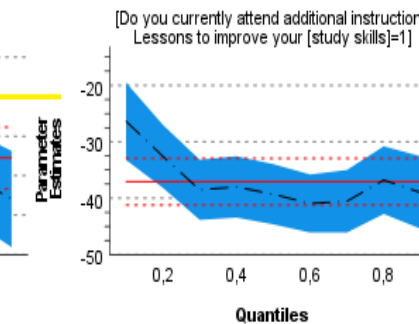
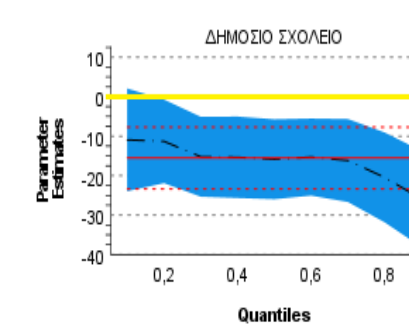
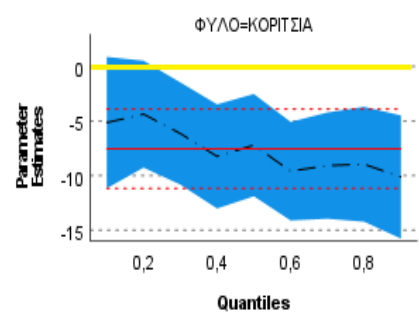
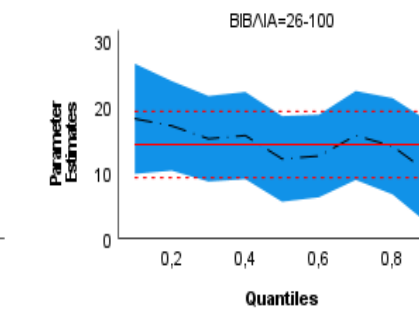
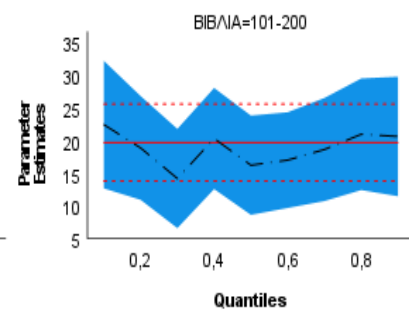
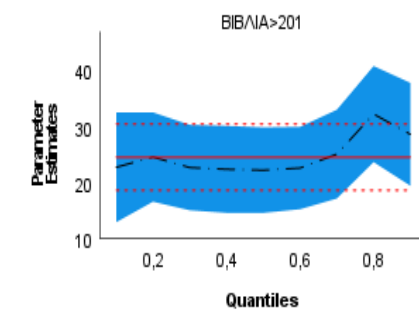
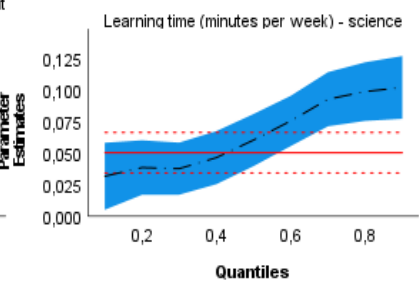
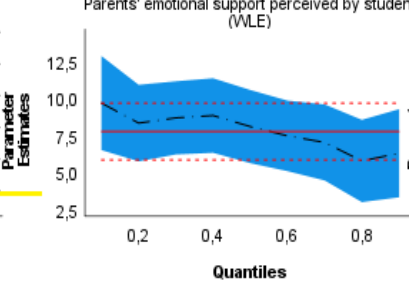
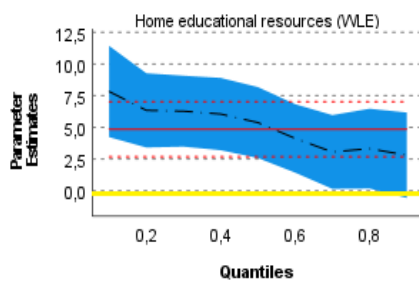
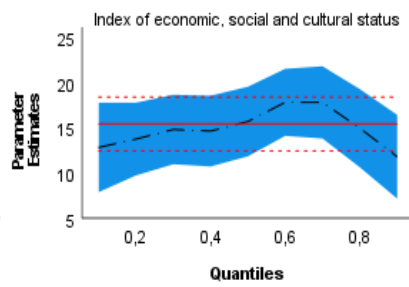
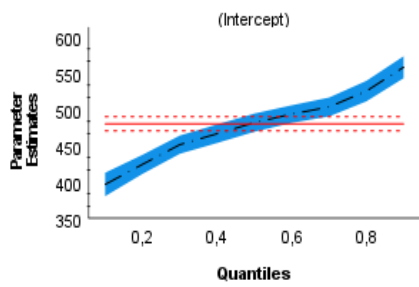
γυμνασίου. Και σε αυτή την περίπτωση όμως, η απόδοση είναι μικρότερη κατά 50 περίπου βαθμούς σε σχέση με μαθητές λυκείου. Μεταβαίνοντας προς το μέγιστο άκρο της κατανομής τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι μαθητές υψηλής επίδοσης γράφουν λιγότερο κατά 67 περίπου μονάδες σε σχέση με έναν καλό μαθητή από το λύκειο ($\beta_{0,1}=-50.499$, $\beta_{0,9}=-67.083$) με τα ενδιάμεσα σημεία να ακολουθούν μια σχεδόν σταθερή αρνητική τάση. Βάσει λοιπόν των παραπάνω αποτελεσμάτων παρατηρούμαι ότι οι διαφορές είναι αρκετές μεγάλες, κατι το οποίο φανερώνει ισχυρές ανισότητες μεταξύ των προγραμμάτων σπουδών. Παρατηρείται μεγάλο χάσμα στο πρόγραμμα σπουδών για ένα μαθητή που μεταβαίνει από το γυμνάσιο στο λύκειο είτε είναι κάλος είτε είναι κακός μαθητής και επίσης χάσμα μεταξύ της Α' τάξης των ΕΠΑΛ και της Α' τάξης του γενικού λυκείου με πιο έντονη επίδραση σε μαθητές υψηλής επίδοσης. Το παραπάνω συμπέρασμα ίσως να οφείλεται στο ότι τα ΕΠΑΛ στο Ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα αντιμετωπίζονται ως κατώτερης βαθμίδας σχολεία στα οποία συγκεντρώνεται το μεγαλύτερο ποσοστό των αδύναμων μαθητών του γυμνασίου. Οι καλοί μαθητές επιλέγουν το γενικό λύκειο μετά το γυμνάσιο, ενώ οι χαμηλόβαθμοι μαθητές βρίσκουν διέξοδο προς τις επαγγελματικές σχολές λόγω των πιο βατών σπουδών. Το γεγονός αυτό όμως ενισχύει περισσότερο το χάσμα μεταξύ των προγραμμάτων σπουδών μειώνοντας το επίπεδο μόρφωσης των ΕΠΑΛ σε σχέση με τα Γενικά λύκεια.

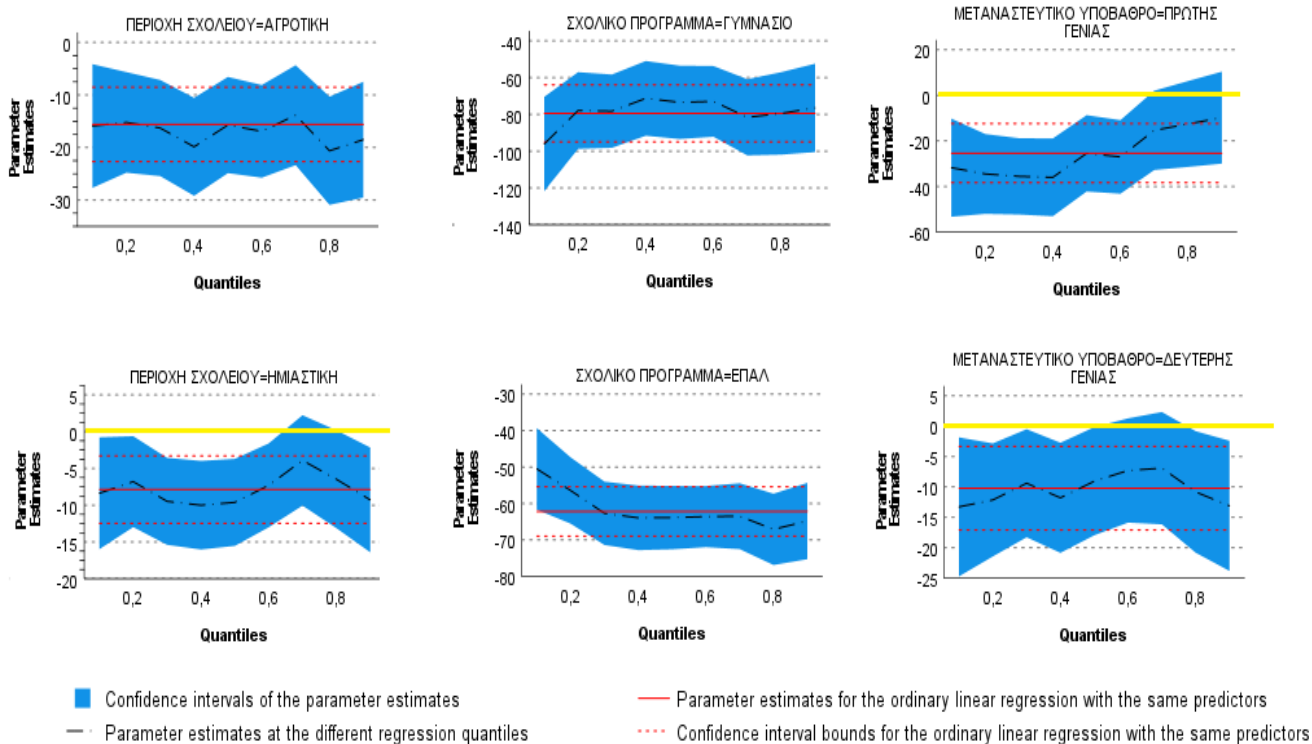
Τέλος η τελευταία προς εξέταση μεταβλητή που αναφέρεται στο μεταναστευτικό υπόβαθρο έχει ως βάση αναφοράς τους μαθητές χωρίς μεταναστευτικό υπόβαθρο. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι για τους μετανάστες πρώτης γενιάς και μαθητές με βαθμολογίες που κατατάσσονται κάτω από την διάμεσο αποδίδουν χαμηλότερα σε σχέση με τους γηγενείς μαθητές κατά 31 με 36 μονάδες. Αυτή η διάφορα είναι σημαντική και αναδεικνύει τα προβλήματα που συναντούν οι μετανάστες μαθητές οι οποίοι εγκαταλείπουν την χώρα τους και αναζητούν μια καλύτερη ζωή στη χώρα υποδοχής. Οι μαθητές αυτοί λόγω αρκετών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν, όπως η προσαρμογή και η κοινωνικοποίηση στις νέες συνθήκες ζωής, η δυσκολία παρακολούθησης των μαθημάτων λόγω προβλημάτων με την γλώσσα ομιλίας και ότι κατά το πλείστον προέρχονται από χαμηλό οικονομικό-κοινωνικό οικογενειακό υπόβαθρο, ίσως δρουν ως ανασταλτικός παράγοντας στην ανάπτυξη των μαθησιακών τους ικανοτήτων. Παρόλα αυτά όμως, παρατηρούμαι ότι για τους μαθητές πρώτης γενιάς με βαθμολογίες πάνω από τη διάμεσο της κατανομής των βαθμολογιών η διαφορά μειώνεται και στο 70% και πάνω της κατανομής η διαφορά είναι μη στατιστικά σημαντική, που σημαίνει ότι δεν παρατηρείται διαφορά επίδοσης σε σχέση με τους γηγενείς μαθητές. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα υποδεικνύει ότι αρκετά παιδιά που εγκαταλείπουν την

πατρίδα τους αφήνοντας πίσω φίλιες και συνήθειες, αναζητώντας μια καλύτερη ζωή σε μια ξένη χώρα, μεταφέρουν μαζί τους τις προσδοκίες τους και υψηλές φιλοδοξίες για μάθηση και έχουν την ψυχική δύναμη να κατακτήσουν τους στόχους τους υπερνικώντας τα οποιαδήποτε εμπόδια. Ίσως οι μαθητές αυτοί λόγω των δυσκολιών που έχουν συναντήσει στη ζωή τους να βρίσκουν διέξοδο στη μάθηση και να εκτιμούν ότι η προσωπική προσπάθεια που καταβάλουν αποκτώντας ικανότητες μέσω της εκπαίδευσης θα τους οδηγήσει σε ένα καλύτερο και πιο βέβαιο μέλλον. Το παραπάνω συμβαδίζει με την αρνητική επίδραση που έδειξε η πρόσβαση σε καταναλωτικά-υλικά αγαθά, όπως και στο ότι η προσπάθεια που καταβάλει ο μαθητής μέσω του χρόνου μελέτης που αφιερώνει για μάθηση έχει θετική επίδραση στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες.

Όσο αφορά τους μαθητές δεύτερης γενιάς, δηλαδή μαθητές που έχουν γεννηθεί στη χώρα του τεστ αλλά οι γονείς τους είναι γεννημένοι σε διαφορετική χώρα, πάλι παρατηρούμε μια αρνητική επίδραση στη βαθμολογία σε σχέση με τους γηγενείς μαθητές αλλά σε μικρότερη ένταση. Η διαφορά στην βαθμολογία ακολουθεί μια σταθερή τάση χωρίς έντονες διακυμάνσεις σε όλο το μήκος της κατανομής της επίδοσης και με παρόμοια επίδραση για μαθητές χαμηλής και υψηλής βαθμολογίας, η οποία είναι περίπου 13 μονάδες χαμηλότερη σε σχέση με τους μαθητές που έχουν γεννηθεί αυτοί και τουλάχιστον ένας γονέας τους στη χώρα του τεστ ($\beta_{0.1}=-13.284$, $\beta_{0.9}=-13.113$). Σύμφωνα λοιπόν με τα αποτελέσματα παρατηρούμαι ανομοιογένεια μεταξύ της επίδοσης των μαθητών με διαφορετικά επίπεδα μεταναστευτικού υποβάθρου.

Τα παραπάνω αποτελέσματα παρουσιάζονται και στα παρακάτω γραφήματα υπό μια διαφορετική οπτική γωνία κάνοντας χρήση της γραφικής απεικόνισης της αριθμητικής μεταβολής των εκτιμητριών των ανεξάρτητων μεταβλητών κατά μήκος της κατανομής της επίδοσης των μαθητών σε εννιά διαφορετικά σημεία. Η κόκκινη συνεχής γραμμή είναι ο συντελεστής βήτα της εκτιμώμενης μέσης βαθμολογίας όπως προέκυψε από το μοντέλο OLS και οι διακεκομμένες κόκκινες γραμμές το πάνω και κάτω όριο του 95% διαστήματος εμπιστοσύνης. Η μπλε περιοχή αναπαριστά τα όρια του 95% διαστήματος εμπιστοσύνης σύμφωνα με την QR ανάλυση και η μαύρη τεθλασμένη γραμμή δείχνει τους συντελεστές βήτα σε διάφορα σημεία της κατανομής από το 0.1 quantile έως το 0.9 με βήμα 0.1. Τέλος η κίτρινη οριζόντια γραμμή δείχνει το βήτα με τη τιμή μηδέν. Αν η κίτρινη γραμμή είναι μέσα στα όρια του διαστήματος εμπιστοσύνης τότε για το συγκεκριμένο σημείο η επίδραση της ανεξάρτητης μεταβλητής στην επίδοση της βαθμολογίας είναι μη στατιστικά σημαντική οπότε θεωρητικά η μεταβλητή δεν επιδρά στην επίδοση.





Γράφημα 30. Συντελεστές β_q των ανεξάρτητων μεταβλητών σε 10 διαφορετικά σημεία της κατανομής της επίδοσης.

Τα παραπάνω διαγράμματα με μια γρήγορη ματιά υποδεικνύουν ανομοιογένεια και διαφορές στον βαθμό επίδρασης των χαρακτηριστικών του μαθητή, του οικογενειακού υποβάθρου και των χαρακτηριστικών των σχολείων στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Αν και η αρνητική ή θετική σχέση των μεταβλητών που έδωσαν οι δυο μέθοδοι ταυτίζονται στα περισσότερα σημεία για το σύνολο των μαθητών, η ισχύς επίδρασης είναι διαφορετική κυρίως για τους μαθητές χαμηλής και υψηλής επίδοσης, δηλαδή στις ουρές της κατανομής. Αυτό φαίνεται από την πορεία της διακεκομμένης μαύρης γραμμής όπου κοντά στην διάμεσο κι εναλλάξ αυτής ακολουθεί την κόκκινη γραμμή αλλά στα άκρα ακολουθεί μια ανοδική ή καθοδική τάση με τις εκτιμήτριες β να βρίσκονται σε δυο διαφορετικά επίπεδα τα οποία χωρίζονται από την ευθεία γραμμή των ελαχίστων τετραγώνων. Επομένως η QR ανάλυση είναι πιο λεπτομερής ανάλυση όπου μπορεί να δώσει πληροφορίες οι οποίες δεν θα ήταν δυνατόν να παρατηρηθούν με εφαρμογή μόνο της μεθόδου πολλαπλής παλινδρόμησης.

Κεφάλαιο 6: Συζήτηση, περιορισμοί και μελλοντική έρευνα

6.1. Γενικά συμπεράσματα

Σε αυτή την μεταπτυχιακή διατριβή μελετήσαμε το προφίλ ενός μαθητή που αποτελείται από ένα ευρύτερο σύνολο ατομικών χαρακτηριστικών, χαρακτηριστικών οικογενειακού περιβάλλοντος και σχολείου και εξετάσαμε τον τρόπο που επιδρούν αυτά τα χαρακτηριστικά στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες. Το δείγμα των Ελλήνων μαθητών ήταν 6403 όπου βάσει των ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήσαμε οι 4500 περίπου μαθητές είχαν για όλες τις μεταβλητές έγκυρη απάντηση και σύμφωνα με αυτούς τους μαθητές έγινε η περαιτέρω ανάλυση. Με τη βοήθεια του στατιστικού προγράμματος SPSS χρησιμοποιήσαμε δυο μεθόδους ανάλυσης. Την OLS και QR ανάλυση τόσο για σύγκριση όσο και για να εξετάσουμε το βαθμό επίδρασης σε διαφορά σημεία της κατανομής της επίδοσης. Ο κύριος στόχος ήταν να παρατηρήσουμε αν υπάρχει ανομοιογένεια κατά μήκος της κατανομής της επίδοσης και διαφορές στην επίδραση των προβλεπτικών παραγόντων στα άκρα της κατανομής αυτής, δηλαδή στους μαθητές χαμηλής επίδοσης και πολύ υψηλής επίδοσης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αρκετές μεταβλητές επιδρούν με διαφορετικό τρόπο στην επίδοση των φυσικών επιστημών που εξαρτάται από την βαθμολογική κατάταξη των μαθητών. Αυτές οι πληροφορίες δεν θα ήταν δυνατόν να αναδυθούν αν δεν εφαρμόζαμε την QR ανάλυση στα δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα τα πολιτιστικά αγαθά στο σπίτι έδειξαν να μην επιδρούν στην επίδοση, όπως και το μέγεθος της τάξης στο μεγαλύτερο μέρος της κατανομής της επίδοσης. Επίσης ο πλούτος της οικογένειας έδειξε αρνητική επίδραση στην επίδοση με μεγαλύτερη ισχύ για τους υψηλόβαθμους μαθητές. Αυτό το γεγονός και σε συνδυασμό με το δείκτη των πολιτιστικών αγαθών ο οποίος έχει κατασκευάσει από ερωτήσεις που αφορούν την κατοχή υλικών πολιτιστικών αγαθών όπως πίνακες ζωγραφικής, βιβλία ποίησης κ.α. μας ωθεί στο συμπέρασμα ότι οι μαθησιακές ικανότητες δεν σχετίζονται με την εύκολη πρόσβαση σε υλικά αγαθά. Το οικογενειακό υπόβαθρο επιδρά στην επίδοση των μαθητών αλλά με διαφορετικό τρόπο για διαφορετικής επίδοσης μαθητές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι χαμηλόβαθμοι μαθητές είναι πιο ευαίσθητοι στους απλούς πόρους που σχετίζονται άμεσα με την εκπαίδευση όπως σχολικά εγχειρίδια και ένα ήσυχο χώρο με το δικό τους γραφείο για μελέτη, ενώ οι υψηλόβαθμοι σε πιο εξεζητημένους πόρους όπως τα πολλά βιβλία στο σπίτι. Επιπρόσθετα οι χαμηλόβαθμοι μαθητές έχουν πιο πολύ ανάγκη την συναισθητική υποστήριξη

από την οικογένεια τους σε αντίθεση με τους υψηλόβαθμους μαθητές όπου φαίνεται να έχουν ανακαλύψει πιο αποδοτικές μεθόδους μελέτης και στηρίζονται πιο πολύ στις προσωπικές τους δυνάμεις για βελτιστοποίηση της επίδοσης των μαθησιακών τους ικανοτήτων και δεξιοτήτων.

Ένα επιπλέον καίριο στοιχείο που πρέπει να χαρακτηρίζει τα εκπαιδευτικά συστήματα σε παγκόσμιο επίπεδο είναι αν προσφέρουν ίσες ευκαιρίες μάθησης και ισότητας στους μαθητές τους. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο στόχος αυτός ικανοποιείται αν η κοινωνική θέση, το φύλο και το μεταναστευτικό υπόβαθρο δεν είναι στατιστικά σημαντικά προβλεπτικοί παράγοντες της επίδοσης ή τουλάχιστον η διαφορά να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Για την περίπτωση της Ελλάδας παρατηρούμε μεγάλες ανισότητες μεταξύ προγραμμάτων σπουδών και γεωγραφικών περιοχών. Καθώς και σημαντικές διαφορές μεταξύ μαθητών με διαφορετικό μεταναστευτικό υπόβαθρο. Τα παραπάνω υποδεικνύουν ότι το ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα χρειάζεται να καταβάλει μεγάλες προσπάθειες μέσω στοχευμένων και κατάλληλα προσαρμοσμένων εκπαιδευτικών νομοθετικών μεταρρυθμίσεων ώστε να μειώσει τις ανισότητες και το χάσμα μεταξύ μαθητών χαμηλής και υψηλής επίδοσης.

Επίσης ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι οι μαθητές που παρακολουθούν επιπλέον μαθήματα για να βελτιώσουν τις μαθησιακές τους δεξιότητες αποδίδουν χαμηλότερα σε σχέση με μαθητές που δεν παρακολουθούν μαθήματα και μάλιστα με μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ μαθητών με επίδοση πάνω από την διάμεσο. Το συγκεκριμένο αποτέλεσμα μας κατευθύνει στο συμπέρασμα ότι η νοοτροπία και ο ορισμός της μάθησης που θέτει το Ελληνικό δημόσιο σχολείο είναι διαφορετικός από αυτόν που αξιολογεί ο διαγωνισμός PISA. Αντίθετα στα ιδιωτικά σχολεία οι μαθητές πετυχαίνουν αρκετά υψηλότερες βαθμολογίες, κάτι το οποίο δείχνει ότι το πρόγραμμα σπουδών τους είναι πιο συμβατό στην ανάπτυξη της κριτικής σκέψης και απόκτηση ικανοτήτων. Κάτι το οποίο συμβαδίζει με την νοοτροπία των θεμάτων του διαγωνισμού. Το παραπάνω συμπέρασμα δίνει εν μέρει μια εξήγηση στην διαχρονικά τόσο χαμηλή θέση των Ελλήνων μαθητών στη γενική κατάταξη μεταξύ των χωρών του ΟΟΣΑ.

Επομένως είναι κατανοητό ότι οι πολιτικοί χάραξης εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων πρέπει να λάβουν υπόψη όχι αποκλειστικά το μέσο μαθητή, αλλά τόσο τους μαθητές χαμηλής όσο και υψηλής επίδοσης, ώστε όπου υπάρχει ανομοιογένεια να προτείνουν εξατομικευμένες πολιτικές με σκοπό να μειώσουν το χάσμα αυτό. Ο παραπάνω στόχος είναι ιδανικός και συγχρόνως δύσκολος γιατί χρειάζεται σωστές βάσεις που πρέπει να δομηθούν με το σωστό τρόπο από τα αρχικά βήματα της σχολικής εκπαίδευσης ενός μαθητή. Επομένως είναι μείζων σημασίας το ότι κάθε κράτος πρέπει να δίνει προτεραιότητα και ιδιαίτερη βαρύτητα στο

εκπαιδευτικό του σύστημα. Να νομοθετεί στις επιμέρους πτυχές του, μειώνοντας την ανισότητα και προσφέροντας ίδιες ευκαιρίες μάθησης. Με αυτό το τρόπο θα είναι σε θέση να διαμορφώσει τον χαρακτήρα των μαθητών με τον βέλτιστο τρόπο, αναπτύσσοντας την κριτική τους σκέψη και προσφέροντες τις απαραίτητες γνώσεις στο σύνολο των μαθητών και όχι μεμονωμένα. Το αποτέλεσμα θα είναι οι μαθητές να προετοιμαστούν με τα κατάλληλα εφόδια ώστε να εισέρθουν πλήρως προετοιμασμένοι στον παραγωγικό τομέα αντιμετωπίζοντας με επιτυχία τις οποιοσδήποτε προκλήσεις. Σίγουρα το κέρδος θα είναι μεγάλο καθώς ένα επιτυχημένο και στιβαρό εκπαιδευτικό σύστημα αντανακλά μετέπειτα τη γενική πρόοδο του κράτους και σε άλλους σημαντικούς τομείς. Επομένως για τους παραπάνω λόγους οι γονείς, οι μαθητές, οι εκπαιδευτικοί, οι κυβερνήσεις και το ευρύ κοινό με αρωγό τα αποτελέσματα από ερευνητικές εργασίες πρέπει να γνωρίζουν πόσο καλά το εκπαιδευτικό σύστημα της χώρας τους, προετοιμάζει τους μαθητές κάθε βαθμίδας με τα απαραίτητα εφόδια. Με αυτό το τρόπο θα είναι σε θέση να συμβάλουν στη μαθησιακή πρόοδο ώστε οι μαθητές να έχουν μια επιτυχημένη πορεία μετέπειτα στην αγορά εργασίας και στην κοινωνία.

6.2. Περιορισμοί εργασίας και εξέλιξη για μελλοντική έρευνα

Οι περιορισμοί που είχαμε κατά τη διάρκεια υλοποίησης της παρούσας εργασίας ήταν ότι η μελέτη των καθοριστικών παραγόντων στην επίδοση στις φυσικές επιστήμες πραγματοποιήθηκε για τον κύκλο του PISA 2018 όπου το κύριο γνωστικό αντικείμενο εξέτασης ήταν η ο αναγνωστικός εγγραμματισμός. Επομένως ένα μεγάλος αριθμός ερωτήσεων στα ερωτηματολόγια αφορούσαν πληροφορίες για τα σχολεία και τα χαρακτηριστικά των μαθητών που σχετιζόταν με μαθήματα της λογοτεχνίας, καθώς ως κύριο πεδίο αξιολόγησης είχε δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα. Οι φυσικές επιστήμες ήταν κύριο πεδίο το 2015 και θα είναι πάλι το 2025. Το γεγονός αυτό δεν μας έδωσε τη δυνατότητα να μελετήσουμε μεταβλητές που σχετίζονται άμεσα με την διδασκαλία της φυσικών επιστημών, όπως για παράδειγμα το κλίμα που επικρατεί στις τάξεις κατά τη διάρκεια διδασκαλίας στα μαθήματα των φυσικών επιστημών, οι στάσεις και οι αντιλήψεις τους για τον κλάδο αυτό, η ανατροφοδότησή που λαμβάνουν στα μαθήματα αυτά και άλλα.

Επιπλέον ίσως να προέκυψαν και κάποια σφάλματα μέτρησης ειδικά για τους Έλληνες μαθητές συγκριτικά με άλλες χώρες, λόγω του ότι όπως αναφέραμε και πιο πάνω η νοοτροπία του Έλληνα μαθητή όταν καλείται να απαντήσει σε ένα τεστ είναι να προσπαθεί να πετύχει ένα καλό αποτέλεσμα το οποίο θα του προσφέρει ένα καλό βαθμό στο μάθημα. Επομένως οι

μαθητές που επιλέγονται να πραγματοποιήσουν αυτό το τεστ γνωρίζοντας ότι είναι ανώνυμες οι απαντήσεις, χωρίς να συνυπολογίζεται βαθμολογικά το αποτέλεσμα στη σχολική τους επίδοση, ίσως να απάντησαν αρκετές ερωτήσεις τυχαία χωρίς να αφιέρωσαν την αναγκαία προσοχή.

Τέλος τα αποτελέσματα της παραπάνω εργασίας θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για σύγκριση με μια αντίστοιχη εργασία με τις ίδιες μεταβλητές σε δεδομένα του πρόσφατου PISA 2022. Τα αποτελέσματα και οι τυχόν διαφορές θα είχαν ενδιαφέρον επειδή από το 2018 έως το 2022 μεσολάβησε μια δύσκολη περίοδος υγειονομικής κρίσης που εκτός από τις επιπτώσεις στην οικονομία επηρέασε και το τομέα της εκπαίδευσης σε πολύ μεγάλο βαθμό.

Επιπλέον όπως είδαμε στα αποτελέσματα ο δείκτης ESCS – κοινωνικής θέσης επιδρά θετικά και είναι στατιστικά σημαντικός προβλεπτικός παράγοντας. Πολλές φορές όμως διαδραματίζει σημαντικό ρόλο και ο μέσος όρος του δείκτη των μαθητών που πηγαίνουν στο ίδιο σχολείο. Δηλαδή η μέση κοινωνική θέση του σχολείου μπορεί να επιδρά σημαντικά στην επίδοση των μαθητών. Το ίδιο συμβαίνει και άλλες μεταβλητές. Οποτε θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε ένα μοντέλο πολυεπίπεδης ανάλυσης, όπου θα μελετάμε μεταβλητές σε δυο επίπεδα, σε επίπεδο μαθητή και σε επίπεδο σχολείου, για να εκτιμήσουμε το βαθμό επίδρασης στην επίδοση των μαθητών. Επιπρόσθετα θα μπορούσαν να εισαχθούν και όροι αλληλεπίδρασης τόσο μεταξύ ψευδομεταβλητών για πιο λεπτομερή ανάλυση σε περισσότερες υποκατηγορίες αλλά και μεταξύ ψευδομεταβλητών και συνεχών μεταβλητών για να ελέγξουμε για τυχόν μεταβολές στη κλίση. Το παραπάνω μοντέλο θα μπορούσε να συνδυαστεί με QR-ανάλυση, ώστε να εντοπίσουμε τυχόν διαφορές τόσο κατά μήκος όσο και στα άκρα της κατανομής της επίδοσης (QR-Multilevel Regresion). Όλα τα παραπάνω υποδεικνύουν πόσο σημαντικοί είναι οι διαγωνισμοί όπως το PISA και συγχρόνως πόσο σημαντικός αρωγός είναι τα αποτελέσματα και οι αναλύσεις ερευνητικών εργασιών στη θεσμοθέτηση καινοτόμων εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων.

Βιβλιογραφία

- Davino C, Furno M, Vistocco D. L. (2014) "Quantile Regression Theory and Applications", WILEY SERIES IN PROBABILITY AND STATISTICS, John Wiley & Sons, Ltd, pp.1-21.
- Furno M, Vistocco D. L. (2018) "Quantile Regression Estimation and Simulation", Volume 2, WILEY SERIES IN PROBABILITY AND STATISTICS, John Wiley & Sons, Ltd, pp.1-50
- Koenker R., Basset G.J.,(1978). Regression quantiles. *Econometrica* 46 (1),pp. 33–50.
- Paul.G.Hewitt, <<Οι Έννοιες της Φυσικής>> Τόμος Ι, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, Ηράκλειο 1997 3η έκδοση σελ. 1-3
- Coleman, J.S., 1968. Equality of educational opportunity. *Integrated education*, 6(5), pp.19-28.
- OECD(2009),"Take the test Sample questions from OECD's PISA Assessments", OECD, 2009, Paris, σελ.269-270
- OECD (2013), PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy, OECD Publishing.
- OECD (2017), PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science ,Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2018), "PISA for Development Science Framework", in *PISA for Development Assessment and Analytical Framework: Reading, Mathematics and Science*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264305274-6-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>.
- OECD (2019b), PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b5fd1b8f-en>.
- OECD (2019c), PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives, PISA, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/acd78851-en>.
- OECD (2019d), PISA 2018 Results (Volume I,II & III): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, Paris <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- OECD (2020a), "Construction of indices", in PISA 2018 Results (Volume III): What School Life Means for Students' Lives, OECD Publishing, Paris. DOI: <https://doi.org/10.1787/0a428b07-en>.
- OECD (2020b), "Executive Summary", in PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/132219b1-en>.

- Anastasios Karakolidis, Vasiliki Pitsia, Anastassios Emvalotis, Examining students' achievement in mathematics: A multilevel analysis of the Programme for International Student Assessment (PISA) 2012 data for Greece, *International Journal of Educational Research*, Volume 79, 2016, Pages 106-115, ISSN 0883-0355.
- Agasisti, T. and Zoido, P., 2018. Comparing the efficiency of schools through international benchmarking: Results from an empirical analysis of OECD PISA 2012 data. *Educational Researcher*, 47(6), pp.352-362.
- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2012). Science aspirations, capital, and family habitus: How families shape children's engagement and identification with science. *American educational research journal*, 49(5), 881-908.
- Bieber, T., Martens, K., 2011. The OECD PISA Study as a Soft Power in Education? Lessons from Switzerland and the US. *European Journal of Education*, 46(1), 101-116.
- Francesca Giambona, Mariano Porcu, Student background determinants of reading achievement in Italy. A quantile regression analysis, *International Journal of Educational Development*, Volume 44, 2015, Pages 95-107, ISSN 0738-0593.
- Jonna Pulkkinen, Juhani Rautopuro, The correspondence between PISA performance and school achievement in Finland, *International Journal of Educational Research*, Volume 114, 2022.
- Hopfenbeck, T. N., Lenkeit, J., El Masri, Y., Cantrell, K., Ryan, J., & Baird, J.-O. , 2018. Lessons Learned from PISA: A Systematic Review of Peer-Reviewed Articles on the Programme for International Student Assessment. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 62(3), 333-353.
- Hanol Lee, What drives the performance of Chinese urban and rural secondary schools: A machine learning approach using PISA 2018, *Cities*, Volume 123, 2022, 103609, ISSN 0264-2751, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103609>
- DeBoer, G.E., 2000. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(6), pp.582-601.
- Moote, J., Archer, L., DeWitt, J. and MacLeod, E., 2020. Comparing students' engineering and science aspirations from age 10 to 16: Investigating the role of gender, ethnicity, cultural capital, and attitudinal factors. *Journal of Engineering Education*, 109(1), pp.34-51.

- Tenenbaum, H.R. and Leaper, C., 2003. Parent-child conversations about science: The socialization of gender inequities?. *Developmental psychology*, 39(1), p.34.
- Eccles, J.S. and Jacobs, J.E., 1986. Social forces shape math attitudes and performance. *Signs: Journal of women in culture and society*, 11(2), pp.367-380.
- Nosek, B.A., Smyth, F.L., Sriram, N., Lindner, N.M., Devos, T., Ayala, A., Bar-Anan, Y., Bergh, R., Cai, H., Gonsalkorale, K. and Kesebir, S., 2009. National differences in gender-science stereoty pespredict national sex differences in science and math achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), pp.10593-10597.
- Tommaso Agasisti, Pablo Zoido, The efficiency of schools in developing countries, analysed through PISA 2012 data, *Socio-Economic Planning Sciences*, Volume 68, 2019, 100711, ISSN 0038-0121, <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.05.002>.
- Tommaso Agasisti, Jose M. Cordero-Ferrera, Educational disparities across regions: A multilevel analysis for Italy and Spain, *Journal of Policy Modeling*, Volume 35, Issue 6, 2013, Pages 1079-1102
- D.M. Brasington, Differences in the production of education across regions and rural and urban areas *Regional Studies*, 36 (2) (2002), pp. 137-145
- Bratti, M., Checchi, D. and Filippin, A., 2007. GEOGRAPHICAL DIFFERENCES IN ITALIAN STUDENTS' MATHEMATICAL COMPETENCIES: EVIDENCE FROM PISA 2003. *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, pp.299-333.
- Cundiff, J.L., Vescio, T.K., Loken, E. and Lo, L., 2013. Do gender–science stereotypes predict science identification and science career aspirations among undergraduate science majors?. *Social Psychology of Education*, 16(4), pp.541-554.
- Endendijk, J.J., Groeneveld, M.G., Bakermans-Kranenburg, M.J. and Mesman, J., 2016. Gender-differentiated parenting revisited: Meta-analysis reveals very few differences in parental control of boys and girls. *PloS one*, 11(7), p.e0159193.
- Yiren Kong, Young Sik Seo, Ling Zhai, ICT and Digital Reading Achievement: A Cross-national Comparison using PISA 2018 Data, *International Journal of Educational Research*, Volume 111, 2022, 101912.
- Jesuina Fonseca, Maria Odete Valente, Joseph Conboy, Student characteristics and PISA science performance: Portugal in cross-national comparison, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Volume 12, 2011, Pages 322-329

- Demir, S.B., 2018. The Effect of Teaching quality and teaching practices on PISA 2012 Mathematics Achievement of Turkish Students. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 5(4), pp.645-658
- Kelly, D., Nord, C.W., Jenkins, F., Chan, J.Y. and Kastberg, D., 2013. Performance of US 15-Year-Old Students in Mathematics, Science, and Reading Literacy in an International Context. First Look at PISA 2012. NCES 2014-024. *National Bureau of Economic Research*.
- Giorgio Brunello, Lorenzo Rocco, The effect of immigration on the school performance of natives: Cross country evidence using PISA test scores, *Economics of Education Review*, Volume 32, 2013, Pages 234-246, ISSN 0272-7757.
- Marcos Delprato, Germán Antequera, Public and private school efficiency and equity in Latin America: New evidence based on PISA for development, *International Journal of Educational Development*, Volume 84, 2021, 102404, ISSN 0738-0593, <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2021.102404>.
- Gould, E.D., Lavy, V. and Daniele Paserman, M., 2009. Does immigration affect the long-term educational outcomes of natives? Quasi-experimental evidence. *The Economic Journal*, 119(540), pp.1243-1269.
- Nurullah Eryilmaz, Andrés Sandoval-Hernández, The relationship between cultural capital and the students' perception of feedback across 75 countries: Evidence from PISA 2018, *International Journal of Educational Research*, Volume 109, 2021, 101803.
- Juan Aparicio, Jose M. Cordero and Lidia Ortiz, Plausible values and their use in efficiency analyses with educational data, *Applied Economics*, 2021, vol. 54, issue 29, 3340-3352
- PIRLS: Progress in International Reading Literacy Study, Ημερομηνία ανάκτησης: 20-5-2022 από <https://www.iea.nl/studies/iea/pirls>
- TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY (TIMSS), Ημερομηνία ανάκτησης: 20-5-2022, από <https://nces.ed.gov/timss>
- International Adult Literacy Survey (IALS), Ημερομηνία ανάκτησης: 20-5-2022 από <https://nces.ed.gov/surveys/ials>
- Programme for International Student Assessment (PISA), Ημερομηνία ανάκτησης: 20-5-2022 από <https://www.oecd.org/pisa/>
- Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας (2010). PISA 2006. Έκθεση αποτελεσμάτων για την Ελλάδα. Αθήνα: Κέντρο Εκπαιδευτικής Έρευνας.

Παράρτημα

ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ

ΟΔΗΓΙΕΣ ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗΣ

ΕΡΩΤΗΣΗ 1

Αποδεκτή απάντηση

Απαντήσεις που αναφέρουν οποιοδήποτε από τα ακόλουθα: τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων, τις εκπομπές των εργοστασίων, την καύση ορυκτών καυσίμων, όπως το πετρέλαιο και το κάρβουνο, τα αέρια από τα ηφαίστεια και άλλες παρόμοιες πηγές ρύπανσης.

- Η καύση κάρβουνου και αερίων
- Τα οξείδια στον αέρα προέρχονται από τη ρύπανση που προκαλούν τα εργοστάσια και οι βιομηχανίες
- Ηφαίστεια.
- Καυσαέρια από εργοστάσια παραγωγής ενέργειας. [Τα «εργοστάσια παραγωγής ενέργειας» θεωρείται ότι περιλαμβάνουν τα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας που καίνε ορυκτά καύσιμα.]
- Προέρχονται από την καύση υλικών που περιέχουν θείο και άζωτο.

Μερικώς αποδεκτή απάντηση

Απαντήσεις που περιέχουν μια λανθασμένη και μια σωστή πηγή ρύπανσης.

- Ορυκτά καύσιμα και πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας.
- [Τα πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας δεν είναι πηγή όξινης βροχής.]
- Τα οξείδια προέρχονται από το όζον, την ατμόσφαιρα και τους μετεωρίτες που χτυπούν τη Γη. Επίσης από την καύση ορυκτών καυσίμων.

Απαντήσεις που αναφέρονται στη «ρύπανση», αλλά δεν δίνουν μια πηγή ρύπανσης που να είναι σημαντική αιτία της όξινης βροχής.

- Ρύπανση.
- Το περιβάλλον γενικά, η ατμόσφαιρα στην οποία ζούμε – π.χ., η ρύπανση.
- Αεριοποίηση, ρύπανση, φωτιές, τσιγάρα. [Δεν είναι σαφές τι εννοεί με το «αεριοποίηση»· το «φωτιές» δεν είναι επαρκώς καθορισμένο ο καπνός των τσιγάρων δεν είναι σημαντική αιτία όξινης βροχής.]
- Ρύπανση όπως αυτή από τα πυρηνικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας.

Σχόλιο στη βαθμολόγηση: Και μόνο η αναφορά στη «ρύπανση» είναι αρκετή για να θεωρηθεί η απάντηση «μερικώς αποδεκτή». Τα συνοδευτικά παραδείγματα υπάρχουν μόνο για να δούμε αν η απάντηση αξίζει να θεωρηθεί «αποδεκτή».

ΕΡΩΤΗΣΗ 2

Αποδεκτή απάντηση

A. Λιγότερο από 2.0 γραμμάρια

Μη αποδεκτή απάντηση

Άλλες απαντήσεις.

ΕΡΩΤΗΣΗ 3

Αποδεκτή απάντηση

Για να κάνουν σύγκριση με το πείραμα του ξυδιού και του μάρμαρου **και** για να αποδείξουν έτσι ότι το οξύ (ξύδι) είναι απαραίτητο, για να γίνει η αντίδραση.

- Για να δείξουν ότι το οξύ (ξύδι) είναι απαραίτητο για την αντίδραση.
- Για να επιβεβαιώσουν ότι το νερό της βροχής πρέπει να είναι όξινο, όπως η όξινη βροχή, για να προκαλέσει αυτή την αντίδραση.
- Για να δουν αν υπάρχουν άλλοι λόγοι για τις τρύπες στα θραύσματα του μαρμάρου.
- Επειδή δείχνει ότι τα θραύσματα του μαρμάρου δεν αντιδρούν με οποιοδήποτε υγρό αφού το νερό είναι ουδέτερο.

Μερικώς αποδεκτή απάντηση

Για να κάνουν σύγκριση με το πείραμα του ξυδιού και του μάρμαρου, αλλά δεν είναι σαφές ότι αυτό γίνεται για να αποδείξουν ότι το οξύ (ξύδι) είναι απαραίτητο για να γίνει η αντίδραση.

- Για να το συγκρίνουν με τον άλλο δοκιμαστικό σωλήνα.
- Για να δουν αν τα θραύσματα του μαρμάρου μεταβάλλονται στο καθαρό νερό.
- Οι μαθητές συμπεριέλαβαν αυτό το βήμα για να δείξουν τι συμβαίνει όταν πέφτει κανονική βροχή στο μάρμαρο.
- Επειδή το αποσταγμένο νερό δεν είναι οξύ.
- Για να λειτουργήσει ως έλεγχος.
- Για να δουν τη διαφορά ανάμεσα στο κανονικό νερό και το όξινο νερό (ξύδι).