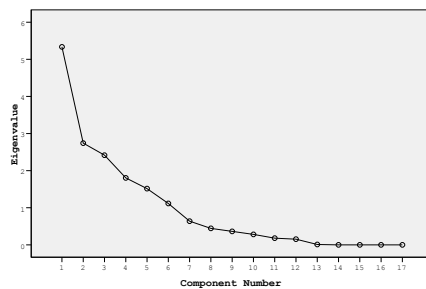
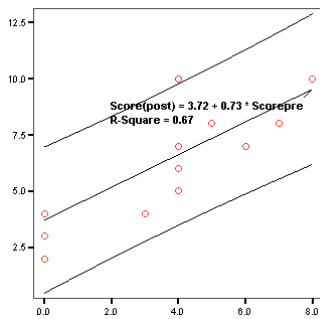


Α.Σ.ΠΑΙ.Τ.Ε.  
Π.Ε.ΣΥ.Π.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ  
ΣΚΟΠΟΥΣ ΣΥΕΠ –  
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΟ SPSS

ΔΡ ΚΟΡΡΕΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

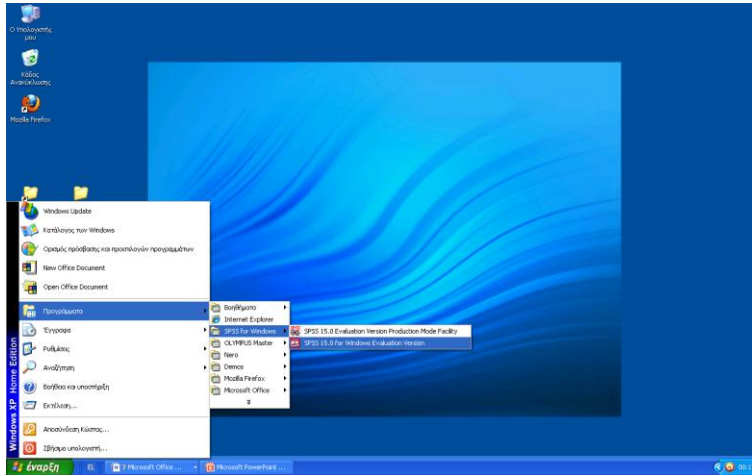
ΑΘΗΝΑ 2017



Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για  
τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στατιστική ανάλυση με  
το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

## ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ SPSS

- Από την Έναρξη των Windows, επιλέγουμε: Προγράμματα → → SPSS for Windows → SPSS \*.\* for Windows

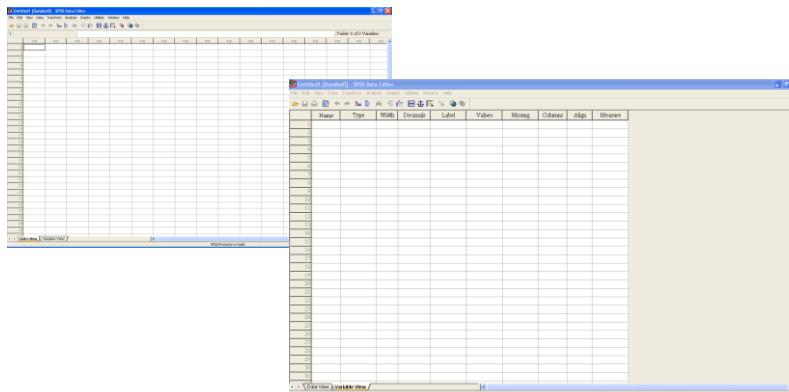


Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στρατηγική ανάληψη με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

3

## Ο EDITOR ΤΟΥ SPSS

- Όταν ανοίγουμε το SPSS, βλέπουμε τον Editor του SPSS (SPSS Data Editor), ο οποίος απεικονίζει τα περιεχόμενα του αρχείου δεδομένων στο οποίο εργαζόμαστε.
- Στον SPSS Data Editor μπορούμε να έχουμε προβολή και επεξεργασία τόσο των δεδομένων επιλέγοντας Data View όσο και των μεταβλητών επιλέγοντας Variable View.

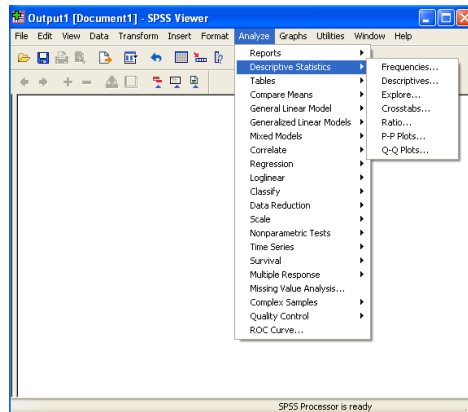


Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στρατηγική ανάληψη με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

4

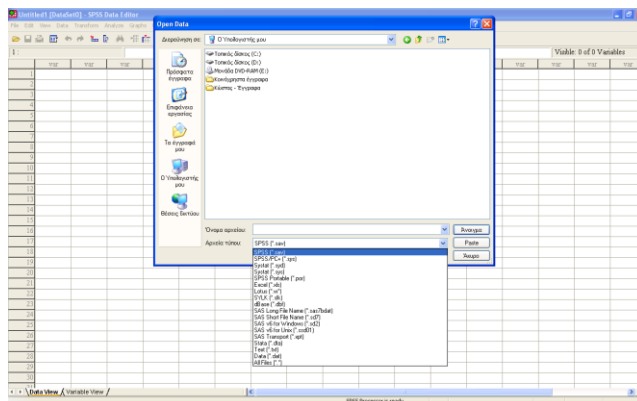
## Ο VIEWER ΤΟΥ SPSS

- Πίνακες, στατιστικά στοιχεία και διαγράμματα απεικονίζονται στον SPSS Viewer, ο οποίος ανοίγει αυτόματα όταν εκτελέσουμε κάποια εντολή που παράγει κάποιο αποτέλεσμα
- Χρησιμοποιούμε τα μενού για να επιλέξουμε στατιστικές μεθόδους - διαγράμματα κλπ, τόσο στον SPSS Viewer όσο και στον SPSS Data Editor.



## ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

- Ο Data editor περιέχει τα δεδομένα και τις μεταβλητές που βρίσκονται «φορτωμένες» στη μνήμη από το SPSS και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιαδήποτε ανάλυση.
- Τα δεδομένα και οι μεταβλητές μπορούν να εισαχθούν στο SPSS είτε από κάποιο αρχείο του SPSS (\*.sav), είτε από κάποιο αρχείο του Excel (\*.xls) ή από κάποιο άλλο αρχείο δεδομένων, επιλέγοντας: File → Open → Data



## ΒΑΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΕΝΟΣ ΑΡΧΕΙΟΥ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μία συγκεκριμένη παρατήρηση (*observation*) ή περίπτωση (*case*).
- Κάθε στήλη αντιστοιχεί σε μία μεταβλητή (*variable*).
- Σε μία έρευνα στην οποία έχουμε ποσοτικά δεδομένα ή ποιοτικά δεδομένα τα οποία έχουν ποσοτικοποιηθεί (δηλαδή προέρχονται είτε από ένα ερωτηματολόγιο ή από απαντήσεις σε μία συνέντευξη),  
ένα αρχείο δεδομένων του SPSS έχει την παρακάτω δομή:
  - i. Κάθε γραμμή είναι μία περίπτωση δηλαδή ένας συγκεκριμένος άνθρωπος.
  - ii. Κάθε στήλη είναι μία μεταβλητή, δηλαδή μία ερώτηση στο ερωτηματολόγιο ή τη συνέντευξη.
  - iii. Κάθε απάντηση ή άλλο δεδομένο καταγράφεται στα αντίστοιχα κελιά.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΣΤΟ SPSS

- Μπορούμε να εισάγουμε τα δεδομένα στον Data editor:
  - Ένα ένα από το πληκτρολόγιο
  - Από ένα αρχείο δεδομένων του SPSS (\*.sav)
  - Από ένα αρχείο κειμένου (\*.txt)
  - Από ένα αρχείο του excel (\*.xls)
  - Με αντιγραφή και επικόλληση από ένα άλλο ανοιχτό πρόγραμμα των Windows (π.χ. Excel ή Word)
- Για την εισαγωγή δεδομένων από το πληκτρολόγιο επιλέγουμε ένα κελί, πληκτρολογούμε την τιμή που θέλουμε και πατώντας Enter η τιμή καταχωρείται.
- Αν στη μεταβλητή που εισάγουμε τιμές δεν έχουμε ορίσει όνομα, καταχωρείται αυτόματα ένα όνομα (π.χ. VAR00001).
- Από την προβολή Variable View μπορούμε να αλλάξουμε το όνομα μιας μεταβλητής (στη στήλη Name), αλλά και τις ιδιότητες της μεταβλητής.

## ΑΡΧΕΙΟ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ – ΟΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Παράδειγμα από έρευνα Κορρές (2006) και Κορρές & Καραστάθης (2007)

Name	Type	Width	Decimal	Label	Values	Missing	Column	Align	Measure
1 Student	Numeric	14	0	Μαθητής	None	None	8	Right	Normal
2 Class	Numeric	8	0	Τμήμα	None	None	8	Right	Normal
3 Sex	Numeric	14	0	Φύλο	(1, Άνδρ)...	None	8	Right	Normal
4 Math_Abrm	Numeric	14	0	Βαθμύς Μαθηματικών α τμήνου	None	None	8	Right	Scale
5 Math_Btrim	Numeric	14	0	Βαθμύς Μαθηματικών β τμήνου	None	None	8	Right	Scale
6 MO2trim	Numeric	14	0	ΜΟ δύο τμήνων	None	None	10	Right	Scale
7 Use_Comp	Numeric	14	0	Χρησιμοποιείτε Η/Υ στο σπίτι,	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
8 Inter_Comp	Numeric	14	0	Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση Η/Υ.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
9 Inter_Les	Numeric	14	0	Το μάθημα προκάλεσε το ενδιαφέρον σας.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
10 Attention	Numeric	14	0	Το μάθημα τραβήξε την προσοχή σας.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
11 Active_Part	Numeric	14	0	Συμμετείχατε ενεργά στο μάθημα.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
12 Converz_stud	Numeric	14	0	Υπήρχε δυνατότητα να συζητάτε μεταξύ σας σχετικά με το μάθημα.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
13 Conz_stud_teach	Numeric	14	0	Υπήρχε δυνατότητα να συζητάτε με τον καθηγητή σχετικά με το μάθημα.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
14 Understand	Numeric	14	0	Το μάθημα σας βοήθησε να κατανοήσετε καλύτερα τις έννοιες.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
15 Prof_tread_les	Numeric	14	0	Πιστεύετε ότι κερδίσατε παραπάνω από το παραδοσιακό μάθημα.	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
16 Use_comp_other_les	Numeric	14	0	Θέλατε να κάνετε και άλλα μαθήματα Μαθηματικών στα οποία να χρησιμοποι	(1, Καθόλου)...	None	8	Right	Ordinal
17 Ques1	Numeric	14	0	Ερώτηση 1	(1, α-β)...	None	8	Right	Scale
18 Ques1grade	Numeric	14	0	Ερώτηση 1 (βαθμύς)	None	None	8	Right	Scale
19 Ques2	Numeric	14	0	Ερώτηση 2	(1, Βθεσία)...	None	8	Right	Scale
20 Ques2grade	Numeric	14	0	Ερώτηση 2 (βαθμύς)	None	None	8	Right	Scale
21 Ques3	Numeric	14	0	Ερώτηση 3	(1, Η οθεία ε1)...	None	8	Right	Scale
22 Ques3grade	Numeric	14	0	Ερώτηση 3 (βαθμύς)	None	None	8	Right	Scale
23 Ques4A	Numeric	14	0	Ερώτηση 4α	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
24 Ques4B	Numeric	14	0	Ερώτηση 4β	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
25 Ques4C	Numeric	14	0	Ερώτηση 4γ	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
26 Ques4D	Numeric	14	0	Ερώτηση 4δ	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
27 Ques4E	Numeric	14	0	Ερώτηση 4ε	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
28 Ques4grade	Numeric	14	0	Ερώτηση 4 (βαθμύς)	None	None	8	Right	Scale
29 Ques5A	Numeric	14	0	Ερώτηση 5α	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
30 Ques5B	Numeric	14	0	Ερώτηση 5β	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal
31 Ques5C	Numeric	14	0	Ερώτηση 5γ	(1, Σωστό)...	None	8	Right	Normal

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

9

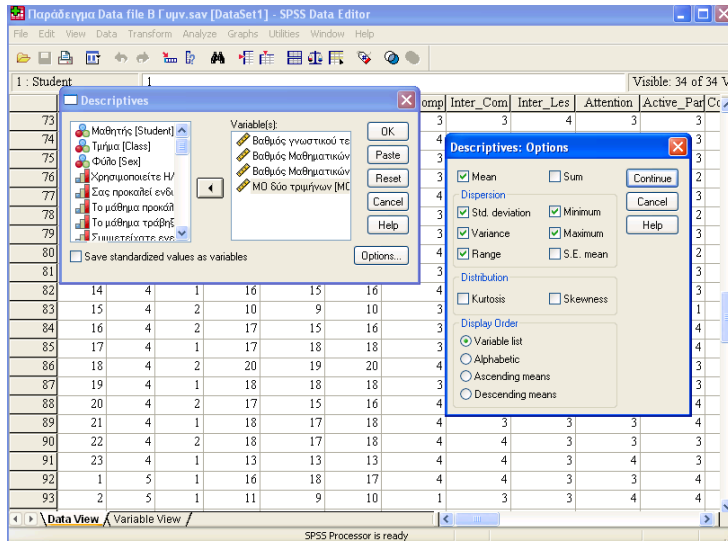
## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ

- Μπορούμε με το SPSS να υπολογίσουμε διάφορα στατιστικά μέτρα θέσης και διασποράς για μια μεταβλητή, όπως μέγεθος δείγματος (Sample size), μέση τιμή (mean), ελάχιστη τιμή (minimum), μέγιστη τιμή (maximum), τυπική απόκλιση (standard deviation), διασπορά (variance), εύρος (range) κλπ.
- Από το μενού επιλέγουμε: Analyze → Descriptive Statistics → Descriptives
- Εμφανίζεται ένα παράθυρο διαλόγου (dialog box), στο οποίο επιλέγουμε τις μεταβλητές που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε στη συγκεκριμένη ανάλυση από την λίστα όλων των μεταβλητών.
- Από τις επιλογές (Options), μπορούμε να επιλέξουμε ποια στατιστικά μέτρα θα υπολογιστούν.
- Αν επιλέξουμε «Save standardized values as variables» στον πίνακα των δεδομένων προστίθενται νέες μεταβλητές οι οποίες περιέχουν ως τιμές τις τυποποιημένες τιμές των αρχικών μεταβλητών.

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

10

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)



Κορβές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Σημαντική ανάδυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

11

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΡΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Στους πίνακες μπορούμε να αλλάξουμε τις τιμές, χωρίς να ξαναγίνουν υπολογισμοί, τις ετικέτες, να εναλλάξουμε τις γραμμές με τις στήλες (Pivot → Transpose Rows and Columns), να αλλάξουμε τις γραμματοσειρές (Format → Font) κλπ.
- Μπορούμε επίσης να μεταφέρουμε οποιοδήποτε αποτέλεσμα με Αντιγραφή και Επικόλληση στο Word ή σε οποιοδήποτε άλλο πρόγραμμα.

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Βαθμός γνωστικού τεστ	116	2	20	13.33	3.844
Βαθμός Μαθηματικών α' τριμήνου	104	10	20	16.02	2.426
Βαθμός Μαθηματικών β' τριμήνου	107	9	20	16.25	2.825
MO δύο τριμήνων	103	10	20	16.13	2.528
Valid N (listwise)	103				

Κορβές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Σημαντική ανάδυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

12

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ, ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ

- Μπορούμε με το SPSS να πάρουμε πίνακες με τις συχνότητες και τις σχετικές συχνότητες των διαφόρων τιμών μιας ή περισσότερων μεταβλητών.
- Από το μενού επιλέγουμε: Analyze → Descriptive Statistics → Frequencies
- Μπορούμε μέσω της διαδικασίας αυτής να πάρουμε, από το μενού Statistics, τιμές διαφόρων στατιστικών μέτρων όπως μέση τιμή (mean), τυπική απόκλιση (standard deviation), διασπορά (variance) κλπ για μία ή περισσότερες μεταβλητές.
- Μπορούμε επίσης να πάρουμε, από το μενού Charts, γραφήματα, όπως ιστόγραμμα (histograms), ραβδογράμματα (bar charts), κυκλικά διαγράμματα (pie charts) κλπ για μία ή περισσότερες μεταβλητές.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ, ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

The screenshot shows the SPSS Data Editor interface. The main window displays a data table with columns: Student, Class, Sex, Math\_Atr, Math\_Btri, MO2trim, Use\_Comp, Inter\_Com, Inter\_Les, Attention, Active\_F. The Frequencies dialog box is open, showing the variable 'To μάθημα προκάλει...' selected. The 'Display frequency tables' checkbox is checked. The Frequencies: Charts dialog box is also open, showing 'Chart Type' set to 'Pie charts' and 'Chart Values' set to 'Percentages'.

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ, ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς Σ.Υ.Ε.Π. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

15

## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ, ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

**Μαθητής**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Άγιο	19	16.4	17.0	17.0
Παλιό	75	64.7	87.0	83.9
Πέρα Πολύ	18	15.5	16.1	100.0
Total	112	96.6	100.0	
Missing System	4	3.4		
Total	116	100.0		

**Παλιό**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Άγιο	21	18.1	18.8	18.8
Παλιό	66	56.9	58.9	77.7
Πέρα Πολύ	25	21.6	22.3	100.0
Total	112	96.6	100.0	
Missing System	4	3.4		
Total	116	100.0		

**Καθόλου**

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Καθόλου	9	7.8	8.0	8.0
Άγιο	38	31.9	32.1	40.2
Παλιό	55	47.4	49.1	89.3
Πέρα Πολύ	12	10.3	10.7	100.0
Total	112	96.6	100.0	
Missing System	4	3.4		
Total	116	100.0		

**Statistics**

N	Valid	116
	Missing	0
Mean		13.33
Std. Error of Mean		.357
Median		12.50
Mode		12 <sup>a</sup>
Std. Deviation		3.844
Variance		14.779
Range		18
Minimum		2
Maximum		20
Percentiles		
	25	12.00
	50	12.50
	75	13.00

<sup>a</sup>. Multiple modes exist. The smallest value is shown.

**Μαθητής**

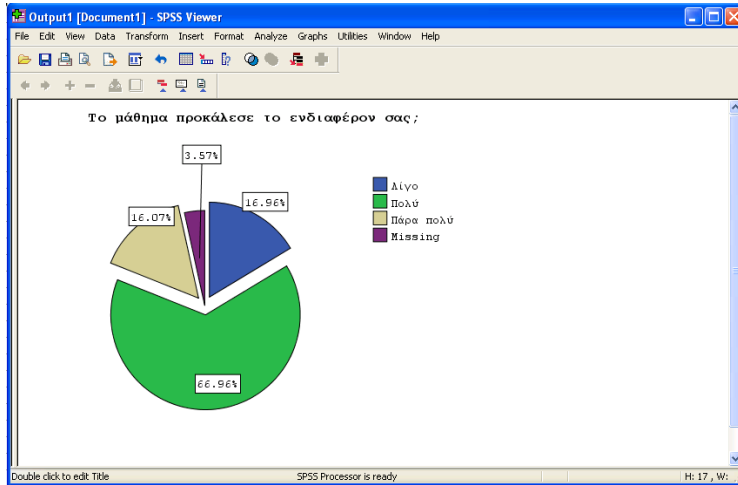
	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid 2	1	.9	.9	.9
4	2	1.7	1.7	2.6
5	1	.9	.9	3.4
6	1	.9	.9	4.3
7	4	3.4	3.4	7.8
8	3	2.6	2.6	10.3
9	5	4.3	4.3	14.7
10	7	6.0	6.0	20.7
11	2	1.7	1.7	22.4
12	32	27.6	27.6	50.0
13	3	2.6	2.6	52.6
14	8	6.9	6.9	59.5
15	1	.9	.9	60.3
16	32	27.6	27.6	87.9
18	3	2.6	2.6	90.5
20	11	9.5	9.5	100.0
Total	116	100.0	100.0	

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς Σ.Υ.Ε.Π. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

16



## ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ, ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΣΥΧΝΟΤΗΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

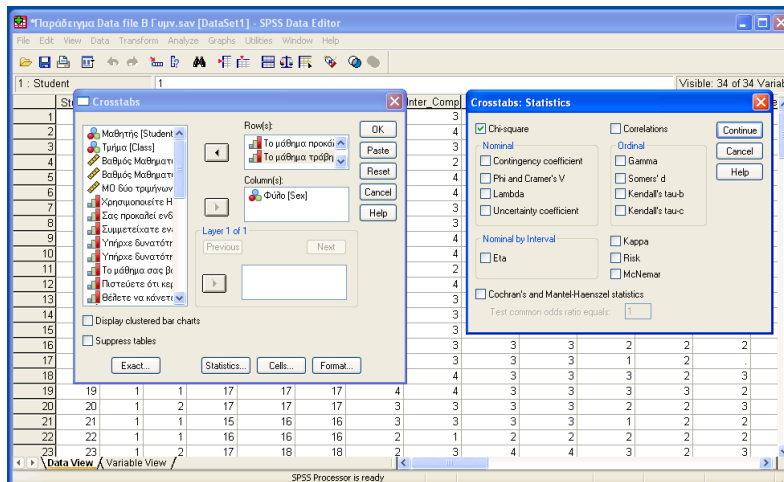


Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΠΕΠ. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

17

## ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ (CROSSTABULATION)

- Με τη διαδικασία Analyze → Crosstabs λαμβάνουμε δυσδιάστατους ή πολυδιάστατους πίνακες που εκφράζουν την συνάφεια δύο ή περισσότερων μεταβλητών.

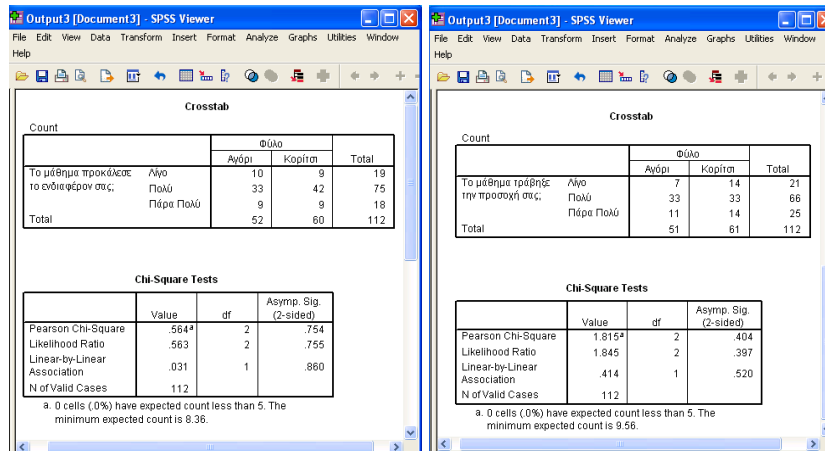


Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΠΕΠ. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

18

## ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ (CROSSTABULATION)

- Παράλληλα μπορούν να επιλεγούν, από το μενού Statistics, στατιστικοί έλεγχοι, όπως το κριτήριο  $\chi^2$ , το κριτήριο McNemar κλπ.



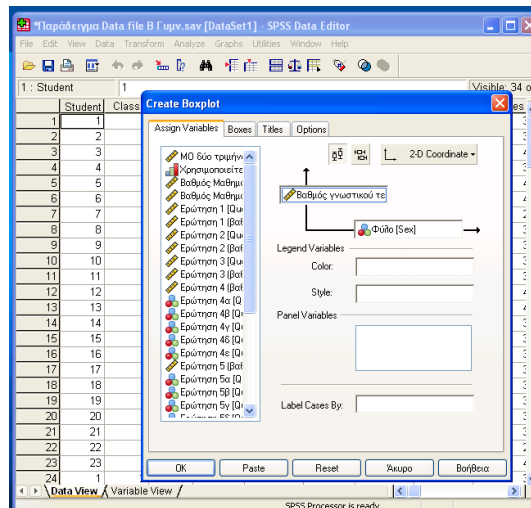
Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς Σ.Υ.Ε.Π., Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

19

## ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ

- Χρησιμοποιώντας το SPSS μπορούμε να παράγουμε πολλών ειδών γραφήματα, μέσω του μενού: Charts → Interactive

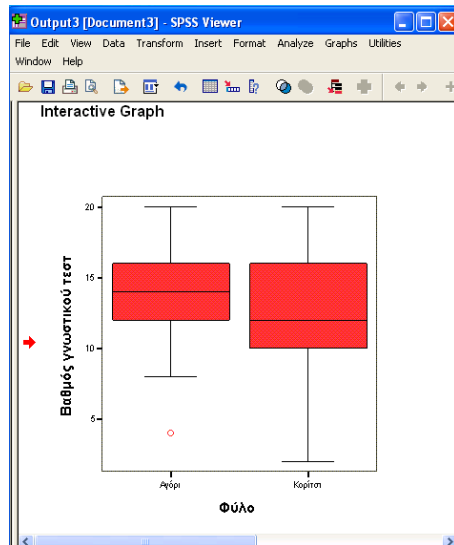
- Για παράδειγμα από το μενού επιλέγουμε: Charts → Interactive → BoxPlot



Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς Σ.Υ.Ε.Π., Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

20

## ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)



## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΕΣΤ – ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

- Ένα στατιστικό τεστ ή έλεγχος υποθέσεων αποτελείται από τα εξής στοιχεία:
  - 1) Μία στατιστική συνάρτηση  $\Sigma$  ( $X^2$ ,  $t$ ,  $F$ , ...)
  - 2) Δύο υποθέσεις, ειδικότερα:
    - τη μηδενική υπόθεση  $H_0$  (το ερώτημα που θέτουμε για να πάρουμε απάντηση) και
    - την εναλλακτική υπόθεση  $H_1$  (το αντίθετο από το ερώτημα που θέτουμε).
- Το επίπεδο σημαντικότητας (*significance level*) είναι:
  - P (να απορρίψουμε την  $H_0$  /  $H_0$  αληθής)  $\leq \alpha$
  - Δηλαδή είναι η μέγιστη τιμή της πιθανότητα σφάλματος που γίνεται κατά την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης όταν η μηδενική είναι αληθής.
  - Το επίπεδο σημαντικότητας είναι ένας αριθμός μεταξύ του 0 και του 1.
  - Συνήθως επιλέγουμε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 5\% = 0.05$  ή  $\alpha = 1\% = 0.01$ .

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΑ ΤΕΣΤ – ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ

- Η τιμή  $p$ -value (*significance value – sig. value*) του στατιστικού τεστ είναι:  
 $p$ -value = η πιθανότητα να εμφανιστεί ένα τόσο ή ακόμη και πιο «ακραίο» δείγμα από αυτό που εμφανίστηκε, δεδομένου ότι ισχύει η  $H_0$
  - Η τιμή  $p$ -value υπολογίζεται από το SPSS και ερμηνεύεται ως εξής:
    - Αν  $p$ -value <  $\alpha$ , τότε η μηδενική υπόθεση  $H_0$  απορρίπτεται και το τεστ είναι στατιστικά σημαντικό.
    - Αν  $p$ -value  $\geq \alpha$ , τότε δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση  $H_0$ .
    - Αν και από τη θεωρία όταν το  $p$ -value είναι ίσο με  $\alpha$ , δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση, στην πράξη όταν το  $p$ -value είναι περίπου ίσο με  $\alpha$ , σημειώνουμε ότι δεν μπορούμε να διατυπώσουμε ένα ασφαλές συμπέρασμα.
- (Κορρές, 2007, Τοάντας, Μωυσιάδης, Μπαγιάτης & Χατζηπαντελής, 1999)

## ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ (NON PARAMETRIC TESTS)

- Τα μη παραμετρικά κριτήρια (*non parametric tests*) εφαρμόζονται κυρίως στην περίπτωση ποσοτικών μεταβλητών, αλλά και στην περίπτωση ποσοτικών μεταβλητών.
- Η εφαρμογή μη παραμετρικών τεχνικών σε ανεξάρτητα δείγματα, δεν απαιτεί την ύπαρξη κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα, αντίθετα με τα παραμετρικά κριτήρια.
- Επίσης δεν υπάρχει περιορισμός ως προς το μέγεθος των δειγμάτων.
- Τα πιο γνωστά μη παραμετρικά κριτήρια είναι:  $X^2$  – Έλεγχος ομοιογένειας,  $X^2$  – Έλεγχος ανεξαρτησίας, το κριτήριο Mann – Whitney και το κριτήριο Kruskal – Wallis.
- Τα αποτελέσματα της σχέσης μεταξύ υποπληθυσμών ή μεταβλητών διερευνώνται εκτενέστερα μέσω των πινάκων συνάφειας (*Contingency tables*), οι οποίοι μπορούν να υπολογιστούν από το SPSS.
- Παρακάτω στα μη παραμετρικά κριτήρια, παρουσιάζουμε παραδείγματα από αποτελέσματα της έρευνας Κορρές (2006) και Κορρές & Καραστάθης (2007).

## X<sup>2</sup>-ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑΣ (X<sup>2</sup>-TESTING FOR HOMOGENEITY)

- Ο έλεγχος *X<sup>2</sup>-Έλεγχος ομοιογένειας (X<sup>2</sup>-Testing for homogeneity)* ελέγχει δύο υποπληθυσμούς αναφορικά με *ένα κοινό χαρακτηριστικό* τους (δηλαδή μία μεταβλητή) και διατυπώνει ένα συμπέρασμα αν αυτοί είναι *ομοιογενείς*, δηλαδή αν μπορούν να θεωρηθούν υποσύνολα του ίδιου πληθυσμού.
- Η μηδενική υπόθεση H<sub>0</sub> αυτού του ελέγχου είναι ότι οι δύο υποπληθυσμοί είναι ομοιογενείς.
- Επιλέγουμε από το μενού:  
Analyze → Descriptive statistics → Crosstabs  
και επιλέγουμε στο Statistics το Ghi-square.
- Για να είναι *αξιόπιστα* τα συμπεράσματα του ελέγχου X<sup>2</sup>, θα πρέπει *μέχρι το 20% των κελιών του πίνακα συνάφειας να έχει αναμενόμενη συχνότητα κάτω από 5*. Αν αυτό δεν συμβεί θα πρέπει να συγχωνευθούν είτε γραμμές είτε στήλες του πίνακα συνάφειας μέχρι να πετύχουμε τον κανόνα.

## X<sup>2</sup>-ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΜΟΙΟΓΕΝΕΙΑΣ (X<sup>2</sup>-TESTING FOR HOMOGENEITY) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Στο παρακάτω *παράδειγμα*, ελέγχεται η ομοιογένεια των υποπληθυσμών Αγοριών – Κοριτσιών ως προς το ενδιαφέρον τους στη χρήση Η/Υ.
- Από τα αποτελέσματα του X<sup>2</sup>-Ελέγχου ομοιογένειας, προέκυψε:  
X<sup>2</sup> = 4.435 με τιμή p-value = Sig (2-tailed) = 0.218
- Επομένως αφού p-value = 0.218 > α = 0.05 = 5 %, παρατηρούμε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας α = 5 %, δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση, άρα οι υποπληθυσμοί Αγόρια – Κορίτσια είναι ομοιογενείς.

Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση του Η/Υ; \* Φύλο  
Crosstabulation

Count		Φύλο		Total
		Αγόρι	Κορίτσι	
Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση του Η/Υ:	Καθόλου	1	2	3
	Λίγο	2	5	7
	Παλύ	23	33	56
	Πάρα Πολύ	28	20	48
Total		54	60	114

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	4.435	3	.218
Likelihood Ratio	4.487	3	.213
Linear-by-Linear Association	3.892	1	.049
N of Valid Cases	114		

## Χ<sup>2</sup>-ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ (Χ<sup>2</sup>-TESTING FOR INDEPENDENCY)

- Ο έλεγχος Χ<sup>2</sup>-Έλεγχος ανεξαρτησίας (Χ<sup>2</sup>-Testing for independency) ελέγχει έναν πληθυσμό αναφορικά με δύο χαρακτηριστικά (δηλαδή δύο μεταβλητές) και διατυπώνει ένα συμπέρασμα αν οι δύο μεταβλητές είναι ανεξάρτητες.
- Η μηδενική υπόθεση H<sub>0</sub> αυτού του ελέγχου είναι ότι τα δύο χαρακτηριστικά (μεταβλητές) είναι ανεξάρτητα.
- Επιλέγουμε από το μενού:  
Analyze → Descriptive statistics → Crosstabs  
και επιλέγουμε στο Statistics το Ghi-square .
- Στο παρακάτω παράδειγμα, ελέγχεται η ανεξαρτησία των μεταβλητών Ενδιαφέρον τους στη χρήση Η/Υ και Ενδιαφέρον στο μάθημα.
- Από τα αποτελέσματα του Χ<sup>2</sup>-Ελέγχου ανεξαρτησίας, προέκυψε: Χ<sup>2</sup> = 7.831 με τιμή p-value = Sig (2-tailed) = 0.251.

## Χ<sup>2</sup>-ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΕΞΑΡΤΗΣΙΑΣ (Χ<sup>2</sup>-TESTING FOR INDEPENDENCY) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Επομένως αφού p-value = 0.251 > α = 0.05 = 5 %, παρατηρούμε ότι σε επίπεδο σημαντικότητας α = 5 %, δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση, άρα οι μεταβλητές Ενδιαφέρον τους στη χρήση Η/Υ και Ενδιαφέρον στο μάθημα είναι ανεξάρτητες.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	7.831	6	.251
Likelihood Ratio	7.620	6	.267
Linear-by-Linear Association	3.716	1	.054
N of Valid Cases	112		

Το μάθημα προκαλεί το ενδιαφέρον σας; \* Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση του Η/Υ; Crosstabulation

Count		Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση του Η/Υ;				Total
		Καθόλου	Λίγο	Πολύ	Πάρα Πολύ	
Το μάθημα προκαλεί το ενδιαφέρον σας;	Λίγο	2	2	9	6	19
	Πολύ	1	5	36	33	75
	Πάρα Πολύ	0	0	10	8	18
Total		3	7	55	47	112

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ MANN – WHITNEY

- Το μη παραμετρικό κριτήριο *Mann – Whitney (U)* εφαρμόζεται όταν έχουμε δεδομένα που μπορούν να διαβαθμιστούν, χωρίς την υπόθεση ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή.
- Η μέθοδος συγκρίνει δύο ανεξάρτητα δείγματα για το αν παρουσιάζουν διαφορές στις κατανομές τους.
- Η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ) στο κριτήριο αυτό είναι ότι τα δύο δείγματα είναι υποσύνολα πληθυσμών με την ίδια συνάρτηση κατανομής (distribution function).
- Η εναλλακτική υπόθεση ( $H_1$ ) είναι είτε ότι οι συναρτήσεις κατανομών είναι στοχαστικά διατεταγμένες (stochastically ordered) ή ότι είναι άνισες.
- Επιλέγουμε από το μενού:  
Analyze → Non parametric tests → Two independent samples  
και επιλέγουμε στο Test type το τεστ Mann–Whitney U.

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ MANN – WHITNEY (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Στο παρακάτω παράδειγμα, ελέγχεται αν οι υποπληθυσμοί Αγόρια – Κορίτσια είναι υποσύνολα πληθυσμών με την ίδια συνάρτηση κατανομής ως προς το ενδιαφέρον τους στη χρήση Η/Υ.
- Από τα αποτελέσματα του Mann – Whitney test, προέκυψε:  
 $U = 1289.5$  με τιμή  $p\text{-value} = \text{Sig} (2\text{-tailed}) = 0.037$
- Επομένως σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 1\% = 0.01$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση, ενώ σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 5\% = 0.05$  η μηδενική υπόθεση  $H_0$  απορρίπτεται και το τεστ είναι στατιστικά σημαντικό.

Test Statistics<sup>a</sup>

	Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση του Η/Υ;
Mann-Whitney U	1289.500
Wilcoxon W	3119.500
Z	-2.088
Asymp. Sig. (2-tailed)	.037

a. Grouping Variable: Φύλο

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ KRUSKAL–WALLIS

- Το μη παραμετρικό κριτήριο *Kruskal–Wallis (H)* συγκρίνει τρία ή περισσότερα ανεξάρτητα δείγματα για το αν παρουσιάζουν διαφορές στις κατανομές τους.
- Η μέθοδος αποτελεί γενίκευση του κριτηρίου Mann – Whitney και εφαρμόζεται όταν έχουμε δεδομένα που μπορούν να διαβαθμιστούν, χωρίς την υπόθεση ότι ακολουθούν την κανονική κατανομή.
- Η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ) στο κριτήριο αυτό είναι ότι τα τρία ή περισσότερα δείγματα είναι υποσύνολα πληθυσμών με την ίδια συνάρτηση κατανομής (distribution function).
- Επιλέγουμε από το μενού:  
Analyze → Non parametric tests → K independent samples  
και επιλέγουμε στο Test type το τεστ Kruskal – Wallis H.

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ KRUSKAL–WALLIS

- Στο παρακάτω παράδειγμα, ελέγχεται αν οι υποπληθυσμοί Τμήμα 1, Τμήμα 2, Τμήμα 3, Τμήμα 4 και Τμήμα 5 είναι υποσύνολα πληθυσμών με την ίδια συνάρτηση κατανομής ως προς το ενδιαφέρον τους στη χρήση Η/Υ.
- Από τα αποτελέσματα του Kruskal – Wallis test, προέκυψε:  
H = 3.148 με τιμή p-value = Sig (2-tailed) = 0.533
- Επομένως σε επίπεδο σημαντικότητας  $\alpha = 5\% = 0.05$  δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση.

Test Statistics<sup>a, b</sup>

	Σας προκαλεί ενδιαφέρον η χρήση του Η/Υ;
Chi-Square	3.148
df	4
Asymp. Sig.	.533

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Τμήμα



## ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ (PARAMETRIC TESTS)

- Τα *παραμετρικά κριτήρια* εφαρμόζονται στην περίπτωση *ποσοτικών μεταβλητών*.
- Η *εφαρμογή παραμετρικών τεχνικών σε ανεξάρτητα δείγματα*, απαιτεί την ύπαρξη της *κανονικής κατανομής στον πληθυσμό από τον οποίο προέρχονται τα δείγματα*.
- Εναλλακτικά, επιτρέπεται η χρήση τους όταν τα *μεγέθη των δειγμάτων είναι αρκετά μεγάλα ( $\geq 30$ )*, διότι τότε το Κεντρικό Οριακό Θεώρημα της θεωρίας Πιθανοτήτων εξασφαλίζει την ικανοποίηση των προϋποθέσεων.
- Ακόμα και αν πληρούνται οι προϋποθέσεις εφαρμογής των παραμετρικών κριτηρίων, *μπορούμε να πραγματοποιήσουμε και μη παραμετρικές αναλύσεις*.

(Κορρές, 2007, Τσάντας, Μωυσιάδης, Μπαγιάτης & Χατζηπαντελής, 1999)

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΙΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

- Το *παραμετρικό κριτήριο t–test*, για τον έλεγχο της *ισότητας των μέσων δύο ανεξάρτητων δειγμάτων (Independent Samples t-test)*, αναφέρεται στη σύγκριση της μέσης τιμής ενός *χαρακτηριστικού – μεταβλητής* για δύο *ανεξάρτητα δείγματα*.
- Η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ) του κριτηρίου είναι ότι η διαφορά μεταξύ των δύο μέσων όρων είναι μηδενική.
- Σε κάθε περίπτωση, *ελέγχουμε αν οι πληθυσμοί είναι ομοιογενείς ή όχι κάνοντας έλεγχο ισότητας των διακυμάνσεων*, μέσω του Levene’s test for Equality of Variances.
- Το SPSS κάνει τους ελέγχους ισότητας των διακυμάνσεων (Levene’s test) και ισότητας των μέσων (t– test) *απευθείας σε όλες τις περιπτώσεις, ΕΚΤΟΣ* των αντισπληθών δειγμάτων που προέρχονται από ανομοιογενείς πληθυσμούς, όπου χρειάζεται η *διόρθωση Cochran & Cox στις t – κρίσιμες τιμές*.

(Κορρές, 2007, Παρασκευόπουλος, 1990, 1993γ)

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΙΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Για *παράδειγμα*, αν θέλουμε να ελέγξουμε την αποτελεσματικότητα μίας διδακτικής προσέγγισης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την *πειραματική μέθοδο*, σύμφωνα με την οποία εφαρμόζουμε τη διδακτική προσέγγιση σε μία ομάδα φοιτητών ή μαθητών (Πειραματική ομάδα), ενώ έχουμε άλλη μία ομάδα φοιτητών ή μαθητών στη οποία εφαρμόζουμε μία παραδοσιακή προσέγγιση (Ομάδα ελέγχου).
- Στη συνέχεια συγκρίνουμε τη μέση επίδοση των δύο ομάδων φοιτητών ή μαθητών, *αρχικά ως προς την επίδοση τους σε ένα προ – τεστ*, πριν την εφαρμογή του διαφοροποιημένου προγράμματος διδασκαλίας και *στη συνέχεια ως προς την επίδοση τους σε ένα μετά – τεστ*, μετά την εφαρμογή του διαφοροποιημένου προγράμματος.
- Η νέα προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματικότερη της παραδοσιακής, αν *προκύψει διαφορά στη μέση επίδοση των φοιτητών ή μαθητών στο μετά – τεστ, ενώ δεν προκύψει διαφορά στη μέση επίδοση τους στο προ – τεστ*.
- Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα παράδειγμα από αποτελέσματα της έρευνας Korres & Kyriazis (2010).

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΙΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Από το μενού επιλέγουμε:  
Analyze → Compare means → Independent Samples t – test  
όπου εισάγουμε στο πεδίο Test variable(s) την επίδοση στο προ – τεστ και την επίδοση στο μετά – τεστ και στο πεδίο Grouping variable τη μεταβλητή που αναφέρεται στις δύο ομάδες.
- Μία ένδειξη για την ισοτιμία των μέσων των ομάδων έχουμε από τα *περιγραφικά μέτρα*, δηλαδή :

Group Statistics

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Βαθμός επίδοσης στο προ-τεστ	Πειραματική ομάδα	51	5.02	1.827	.256
	Ομάδα ελέγχου	53	5.04	1.709	.235
Βαθμός επίδοσης στο μετά-τεστ	Πειραματική ομάδα	51	7.20	1.939	.272
	Ομάδα ελέγχου	53	4.47	1.836	.252

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΙΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Από τον παρακάτω πίνακα αποτελεσμάτων του SPSS ως προς την επίδοση στο προ – τεστ, προκύπτει ότι ο έλεγχος της ισότητας των δύο διακυμάνσεων (Levene’s test for Equality of Variances) έδωσε  $F = 0,319$  και  $p\text{-value} = 0,573$ , οπότε δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στην απόρριψη της.
- Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε το  $t\text{-test}$  που αντιστοιχεί στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων (*Equal variances assumed*).
- Από τα αποτελέσματα του  $t\text{-test}$  έχουμε  $t = -0,052$ ,  $df = 102$ ,  $p\text{-value} = 0,958$ , οπότε παρατηρούμε ότι δεν μπορούμε να απορρίψουμε τη μηδενική υπόθεση ότι δεν υπάρχει διαφορά στη μέση επίδοση των φοιτητών των δύο ομάδων.

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Βαθμός επίδοσης στο προ-τεστ	Equal variances assumed	.319	.573	-.052	102	.958	-.018	.347
	Equal variances not assumed			-.052	100.877	.958	-.018	.347

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΙΣΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Ως προς την επίδοση στο μετά – τεστ, προκύπτει ότι ο έλεγχος της ισότητας των δύο διακυμάνσεων (Levene’s test for Equality of Variances) έδωσε  $F = 0,630$  και  $p\text{-value} = 0,429$ , οπότε παρατηρούμε ότι δεν μπορούμε να προχωρήσουμε στην απόρριψη της.
- Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε το  $t\text{-test}$  που αντιστοιχεί στην περίπτωση των ίσων διακυμάνσεων (*Equal variances assumed*).
- Από τα αποτελέσματα του  $t\text{-test}$  έχουμε  $t = 7,360$ ,  $df = 102$ ,  $p\text{-value} < 0,001$ , οπότε παρατηρούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μέση επίδοση των φοιτητών των δύο ομάδων.

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Βαθμός επίδοσης στο μετά-τεστ	Equal variances assumed	.630	.429	7.360	102	.000	2.724	.370
	Equal variances not assumed			7.352	101.113	.000	2.724	.371

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΖΕΥΓΑΡΩΤΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Το *παραμετρικό κριτήριο t–test*, για τον έλεγχο της διαφοράς των μέσων για ζευγαρωτές παρατηρήσεις (*Paired Samples t–test*), αναφέρεται στη σύγκριση δύο χαρακτηριστικών – μεταβλητών για το ίδιο δείγμα οι οποίες αναφέρονται συνήθως σε μετρήσεις του ίδιου χαρακτηριστικού πριν και μετά από την πραγματοποίηση κάποιου φαινομένου.
- Για *παράδειγμα*, μπορούμε στην ίδια ομάδα φοιτητών ή μαθητών, να συγκρίνουμε τη μέση επίδοση τους, πριν και μετά την εφαρμογή μιας διδακτικής προσέγγισης.
- Η μηδενική υπόθεση ( $H_0$ ) του κριτηρίου είναι ότι η διαφορά μεταξύ των δύο μέσων όρων είναι μηδενική.
- Το t–test για τον έλεγχο της διαφοράς των μέσων για ζευγαρωτές παρατηρήσεις, έχει ως προϋπόθεση οι διαφορές μεταξύ των τιμών των δύο μεταβλητών να προέρχονται από πληθυσμό ο οποίος ακολουθεί τη κανονική κατανομή.

Korres K. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ, Στατιστική ανάλυση με το SPSS, ΑΣΠΑΛΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

39

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΖΕΥΓΑΡΩΤΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Για *παράδειγμα*, αν θέλουμε να ελέγξουμε την αποτελεσματικότητα μιας διδακτικής προσέγγισης, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μία ομάδα φοιτητών ή μαθητών και στη συνέχεια να συγκρίνουμε τη μέση επίδοση τους *σε ένα προ – τεστ*, πριν την εφαρμογή του προγράμματος διδασκαλίας και *σε ένα μετά – τεστ*, μετά την εφαρμογή του προγράμματος.
- Η νέα προσέγγιση μπορεί να θεωρηθεί αποτελεσματική, αν *προκύψει διαφορά μεταξύ της μέσης επίδοσης των φοιτητών ή μαθητών στο μετά – τεστ και στο προ – τεστ*.
- Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα παράδειγμα από αποτελέσματα της έρευνας Kyriazis, Psycharis & Korres (2009).
- Από το μενού επιλέγουμε:  
Analyze → Compare means → Paired Samples t – test  
όπου εισάγουμε στο πεδίο Paired variables την επίδοση στο προ – τεστ και την επίδοση στο μετά – τεστ.

Korres K. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ, Στατιστική ανάλυση με το SPSS, ΑΣΠΑΛΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

40

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΖΕΥΓΑΡΩΤΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Αρχικά ελέγχουμε αν οι διαφορές μεταξύ των τιμών των δύο μεταβλητών προέρχονται από πληθυσμό ο οποίος ακολουθεί την κανονική κατανομή.
- Ορίζουμε τη μεταβλητή:  $di = \text{Score}(\text{post}) - \text{Score}(\text{pre})$   
επιλέγοντας από το μενού: Transform → Compute variable  
Στο πεδίο Target variable εισάγουμε: di και στο πεδίο Numeric expression εισάγουμε:  $\text{Score}(\text{post}) - \text{Score}(\text{pre})$
- Έπειτα εφαρμόζουμε το τεστ One Sample Kolmogorov–Smirnov test για τις διαφορές των τιμών των δύο μεταβλητών:  
Analyze → Nonparametric tests → One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test
- Από τον πίνακα αποτελεσμάτων του SPSS προκύπτει:  
 $Z = 0.753, p = 0.622,$   
οπότε ικανοποιείται η προϋπόθεση του t–test για τον έλεγχο της διαφοράς των μέσων για ζευγαρωτές παρατηρήσεις.

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	di
Kolmogorov-Smirnov Z	.753
Asymp. Sig. (2-tailed)	.622

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T–TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΖΕΥΓΑΡΩΤΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Τα αποτελέσματα του t–test για τον έλεγχο της διαφοράς των μέσων για ζευγαρωτές παρατηρήσεις μας δίνουν το *συντελεστή συσχέτισης του Pearson* και *περιγραφικά μέτρα για τις δύο μεταβλητές*.
- Ειδικότερα από τον πίνακα αποτελεσμάτων του SPSS προκύπτει:  
 $r = 0.820$  και  $p - \text{value} < 0.001,$   
οπότε προκύπτει μία *ισχυρή γραμμική συσχέτιση μεταξύ των δύο μεταβλητών*.

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Score(pre) & Score(post)	20	.820	.000

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Score(pre)	3.350	20	2.7961	.6252
1 Score(post)	6.150	20	2.4767	.5538

## ΤΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ T-TEST ΓΙΑ ΤΟΝ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΔΙΑΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΜΕΣΩΝ ΓΙΑ ΖΕΥΓΑΡΩΤΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Από τον πίνακα αποτελεσμάτων του SPSS προκύπτει ότι η μέση τιμή των διαφορών μεταξύ των επιδόσεων των φοιτητών ισούται με  $-2.8$ , με το αντίστοιχο διάστημα εμπιστοσύνης 95% να είναι από  $-3.55$  έως  $-2.05$ .
- Εφόσον το διάστημα εμπιστοσύνης δεν περιέχει την τιμή 0, υπάρχει διαφορά μεταξύ των μέσων επιδόσεων των φοιτητών με πιθανότητα σφάλματος 0.05.
- Τα αποτελέσματα του t-test είναι:  $t = -7.782$ ,  $df = 19$ ,  $p < 0.01$ , με το αρνητικό πρόσημο να δείχνει ότι η μέση τιμή της επίδοσης των φοιτητών πριν την προσέγγιση είναι μικρότερη από την επίδοση των φοιτητών μετά την προσέγγιση.

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Score(pre) - Score(post)	-2.8000	1.6092	.3598	-3.5531	-2.0469	-7.782	19	.000

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΛΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

43

## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION)

- Η απλή γραμμική παλινδρόμηση (*Simple Linear Regression*) μελετάει τη σχέση μεταξύ δυο ποσοτικών μεταβλητών  $X$ ,  $Y$ .
- Από έναν πληθυσμό παίρνουμε ένα δείγμα μεγέθους  $n$  και για κάθε άτομο του δείγματος καταγράφουμε τις τιμές δύο μεταβλητών  $X$ ,  $Y$ , δηλαδή ζεύγη τιμών  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$ , ...,  $(X_n, Y_n)$ .
- Η απλή γραμμική παλινδρόμηση ελέγχει κατά πόσο τα σημεία  $(X_i, Y_i)$  μπορούν να θεωρηθούν σημεία μιας ευθείας:  

$$y = b_0 + b_1x, i = 1, 2, \dots, n$$
για κάποιες σταθερές  $b_0$ ,  $b_1$ .
- Η μεταβλητή  $X$  η οποία καλείται ανεξάρτητη (*independent*).
- Η μεταβλητή  $Y$  η οποία καλείται εξαρτημένη (*dependent*).

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στατιστική ανάλυση με το SPSS. ΑΣΠΑΛΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

44

## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα παράδειγμα από αποτελέσματα της έρευνας Kyriazis, Psycharis & Korres (2009).
- Αν θέλουμε να μελετήσουμε τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών Επίδοση στο μετά – τεστ (Y) (εξαρτημένη) και Επίδοση στο προ – τεστ (X) (ανεξάρτητη).
- Από το μενού επιλέγουμε:  
Analyze → Regression → Linear  
όπου εισάγουμε στο πεδίο Dependent την επίδοση στο μετά – τεστ (Score(post)) και στο πεδίο Independent την επίδοση στο προ – τεστ (Score(pre)).  
Στο πεδίο Statistics επιλέγουμε Estimates, Confidence intervals και Model fit.
- *Εναλλακτικά*, από το μενού επιλέγουμε:  
Analyze → Regression → Curve estimation  
όπου εισάγουμε τις μεταβλητές όπως προηγουμένως.  
Στο πεδίο Models επιλέγουμε Linear, επιπλέον επιλέγουμε Include constant in equation, Plot Models και Display ANOVA Table.

## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

The screenshot shows the SPSS Linear Regression dialog box with the following settings:

- Dependent:** Score(post) [Scorepo]
- Independent(s):** Score(pre) [Scorepr]
- Method:** Enter
- Selection Variable:** (empty)
- Case Labels:** (empty)
- WLS Weight:** (empty)

The Linear Regression: Statistics sub-dialog box has the following options checked:

- Regression Coefficients:**  Estimates,  Confidence intervals,  Covariance matrix,  Collinearity diagnostics
- Model fit:**  Model fit,  Display ANOVA table
- Residuals:**  Durbin-Watson,  Casewise diagnostics

## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, οι *εκτιμήσεις των*  $b_0$ ,  $b_1$  είναι 3.716 και 0.727 αντίστοιχα, ενώ τα αντίστοιχα δ.ε. είναι (2.633, 4.799) και (0.476, 0.977).
- Το p-value για τους δυο αυτούς ελέγχους είναι σχεδόν 0 και επομένως απορρίπτουμε τις υποθέσεις:  
 $b_0 = 0$  (t – test,  $t = 7.207$ , p-value < 0.01)  
 $b_1 = 0$  (t – test,  $t = 6.088$ , p-value < 0.01).
- Άρα η μεταβλητή Score(post) *εξαρτάται από την Score(pre)*, εφόσον αν προέκυπτε  $b_1 = 0$  τότε η μεταβλητή Score(post) θα ήταν ανεξάρτητη της Score(pre).

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	3.716	.516		7.207	.000	2.633	4.799
	Score(pre)	.727	.119	.820	6.088	.000	.476	.977

a. Dependent Variable: Score(post)

## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Ο *πίνακας ανάλυσης διασποράς (ANOVA)* δίνεται απευθείας από το SPSS.
- Τα αποτελέσματα του ελέγχου  $H_0: b_1=0$ ,  $H_1: b_1 \neq 0$  δίνονται στον πίνακα ANOVA και είναι:  $F = 37.058$  και p-value < 0.01 (στο απλό γραμμικό μοντέλο ο έλεγχος της συγκεκριμένης υπόθεσης μέσω της  $F$  τιμής στον πίνακα ANOVA είναι ισοδύναμος με τον έλεγχο που γίνεται μέσω του t-test παραπάνω).
- Η *εκτίμηση της διασποράς των σφαλμάτων* από τον πίνακα ANOVA είναι 2.117.
- Το *ποσοστό της μεταβλητότητας των  $Y_i$  που ερμηνεύεται από το μοντέλο* δίνεται από το  $R^2 = 0.673$ .

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	78.446	1	78.446	37.058	.000
Residual	38.104	18	2.117		
Total	116.550	19			

The independent variable is Score(pre).

	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
	.820	.673	.655	1.455

The independent variable is Score(pre).



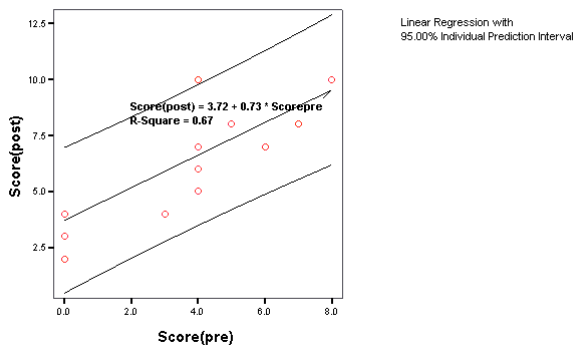
## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Από το μενού επιλέγουμε:

Graphs → Interactive → ScatterPlots

Στο πεδίο Assign variables εισάγουμε τις μεταβλητές Score(post) και Score(pre).

Στο πεδίο Fit επιλέγουμε Method: Regression, Prediction lines: Individual.



## ΑΠΛΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (SIMPLE LINEAR REGRESSION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Επομένως για δεδομένη τιμή του Score(pre), η εκτίμηση για το Score(post) είναι:  $\text{Score}(\text{post}) = 3.716 + 0.727 \text{ Score}(\text{pre})$
- Για παράδειγμα, κάποιος φοιτητής που έγραψε στο προ – τεστ βαθμό ίσο με 7, είναι αναμενόμενο στο μετά – τεστ να γράψει:  
 $\text{Score}(\text{post}) = 3.716 + 0.727 \cdot 7 = 8.805$

## ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ (FACTOR ANALYSIS)

- Η ανάλυση παραγόντων (Factor Analysis) είναι ουσιαστικά μία τεχνική *μείωσης δεδομένων* (data reduction technique).
- Βασικές Προϋποθέσεις είναι:
  - Οι μεταβλητές να είναι συνεχείς.
  - Οι μεταβλητές θα πρέπει να συσχετίζονται μεταξύ τους.
  - Ο αριθμός των μεταβλητών θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να περιλαμβάνονται τουλάχιστον 3 μεταβλητές σε κάθε παράγοντα.
  - Το μέγεθος του δείγματος θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσο το τριπλάσιο του αριθμού των μεταβλητών. Ιδανικά το δείγμα θα πρέπει να περιλαμβάνει περισσότερα από 100 άτομα.
- Τα βήματα της *Factor Analysis* είναι:
  - Υπολογισμός του πίνακα συσχετίσεων (Correlation matrix)
  - Εξαγωγή παραγόντων (Factor extraction)
  - Περιστροφή παραγόντων (Factor rotation), προκειμένου να επιτευχθεί απλή δομή (Simple structure)
  - Ερμηνεία παραγοντικών αξόνων (Interpretation of factor axes)
  - Διερεύνηση συσχέτισης παραγοντικών αξόνων με μεταβλητές που δεν ευσήχθησαν στην ανάλυση (Correlation of factors with variables)

## ΕΞΑΓΩΓΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ (FACTOR EXTRACTION)

- *Κριτήρια καθορισμού του αριθμού παραγόντων:*
  - *Eigen values (ιδιοτιμές) > 1* (Kaiser's criterion, ή Kaiser-Guttman rule):

Οι παράγοντες με Eigen values > 1 θεωρούνται ως παράγοντες με κάποιο ερμηνευτικό νόημα.
  - *Έλεγχος του Scree plot των Eigen values* (γράφημα ιδιοτιμών ως προς τον αριθμό των παραγόντων):

Επιλέγουμε τους παράγοντες που αντιστοιχούν στο γράφημα *προτού γίνει επίπεδο*.
  - Μπορούμε να *απορρίψουμε τους παράγοντες που έχουν μόνο μία ή δύο μεταβλητές με υψηλά loadings* και δεν μπορούν να ερμηνευθούν εύκολα με βάση τη θεωρία και την κατανόηση των δεδομένων.
- Παρακάτω παρουσιάζουμε ένα παράδειγμα από αποτελέσματα της έρευνας Kyriazis, Psycharis & Korres (2009).

## ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΤΗΣ FACTOR ANALYSIS

The screenshot shows the SPSS Data Editor window with a list of variables and their loadings on factors. Two dialog boxes are open: 'Factor Analysis' and 'Factor Analysis: Rotation'. The 'Factor Analysis' dialog shows the 'Variables' list and the 'Selection Variable' dropdown. The 'Factor Analysis: Rotation' dialog shows the 'Method' options (None, Varimax, Direct Oblimin, Promax) and the 'Display' options (Rotated solution, Loading plots). The 'Maximum Iterations for Convergence' is set to 25.

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στρατηγική ανάδραση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

53

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ FACTOR ANALYSIS

**Total Variance Explained**

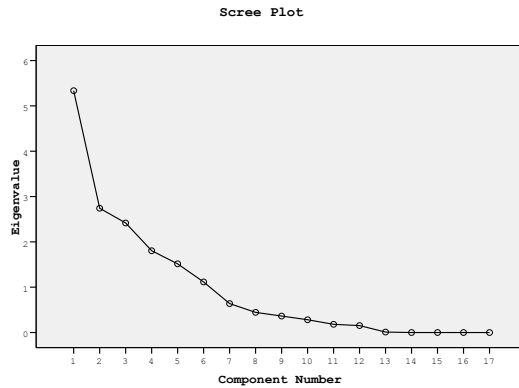
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5.336	31.387	31.387	5.336	31.387	31.387	4.441	26.121	26.121
2	2.741	16.125	47.512	2.741	16.125	47.512	2.447	14.393	40.514
3	2.417	14.215	61.727	2.417	14.215	61.727	2.209	12.993	53.508
4	1.804	10.613	72.340	1.804	10.613	72.340	2.109	12.404	65.912
5	1.516	8.915	81.256	1.516	8.915	81.256	2.069	12.171	78.082
6	1.116	6.562	87.818	1.116	6.562	87.818	1.655	9.735	87.818
7	.638	3.754	91.571						
8	.444	2.614	94.186						
9	.363	2.135	96.321						
10	.282	1.659	97.979						
11	.181	1.062	99.042						
12	.153	.899	99.941						
13	.101	.659	100.000						
14	4.52E-016	2.66E-015	100.000						
15	2.09E-016	1.23E-015	100.000						
16	-1.5E-016	-8.74E-016	100.000						
17	-6.2E-016	-3.65E-015	100.000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠ. Στρατηγική ανάδραση με το SPSS. ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

54

## SCREE PLOT



Koppές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠΙ. Σημαντική ανάδραση με το SPSS. ΑΣΠΑΛΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

55

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΗΣ FACTOR ANALYSIS

Component Matrix<sup>a</sup>

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Beliefs-Concepts(post)	.228	.597	-.406	-.362	.378	-.226
Interest in using computers	.777	.055	-.256	.110	.019	.315
Software-Easy to operate	.012	.626	-.325	.512	.106	.350
Software-Simple formalism	.830	.028	-.135	.077	.219	.317
Software-Dynamic formalism	-.278	-.508	.502	.156	-.472	.338
Software-Generalizable	-.044	-.233	.152	-.664	.268	.536
Approach-Interest for the concepts taught	.787	-.209	.244	.227	.253	-.021
Approach-Attention to the lesson	.811	.263	.266	-.234	.010	-.133
Approach-Active participation to the lesson	.656	.312	.500	.066	-.198	-.183
Approach-Discussion between the students	-.055	.599	.549	-.299	.101	-.091
Approach-Discussion between the students and the teacher	.217	.439	.264	-.544	-.465	.199
Approach-Better understanding of the concepts taught	.744	-.448	.151	.274	.120	-.110
Approach-Offers more than traditional instruction	.780	-.118	.556	.073	-.017	-.115
Score(pre)	-.653	.347	.532	.141	.226	.248
Score(post)	-.336	.188	.562	.330	.609	.157
Beliefs-Independence(post)	-.424	.535	.200	.406	-.280	-.180
Beliefs-Coherence(post)	.523	.508	-.254	.239	-.417	.312

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
a. 6 components extracted.

Koppές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣΥΕΠΙ. Σημαντική ανάδραση με το SPSS. ΑΣΠΑΛΤΕ, ΠΕΣΥΠ.

56

## ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ (FACTOR ROTATION)

- Η *περιστροφή των παραγόντων (factor rotation)* αποσκοπεί στην καλύτερη ανίχνευση και ερμηνεία των παραγόντων που μπορούν να περιγράψουν τα δεδομένα και την επίτευξη *απλής δομής (simple structure)*.
- Συνοπτικά, με τον όρο *απλή δομή* εννοούμε:
  - να υπάρχουν *ξεκάθαρα loadings (structural coefficients)* στους παράγοντες.
  - η *κάθε μεταβλητή να έχει υψηλά loadings σε ένα μόνο παράγοντα* και χαμηλά στους υπόλοιπους παράγοντες.
  - τα αποτελέσματα σχετικά με τον αριθμό και τη δομή των παραγόντων σχετικά με το υπό μελέτη θέμα να *εμφανίζονται αντίστοιχα σε παρόμοιες έρευνες*.
- Κύριες μέθοδοι περιστροφής:
  - *Varimax rotation (orthogonal solution)*: Προϋποθέτει ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων.
  - *Oblique rotation (non-orthogonal, oblique solution)*: Επιτρέπει τους παράγοντες να συσχετίζονται.

## ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗ (FACTOR ROTATION) (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

**Rotated Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component					
	1	2	3	4	5	6
Beliefs-Concepts(post)	-.050	-.051	-.183	.916	.131	.057
Interest in using computers	.531	-.305	-.014	.147	.587	.205
Software-Easy to operate	-.156	.273	-.112	.238	.813	-.255
Software-Simple formalism	.660	-.158	-.043	.209	.511	.309
Software-Dynamic formalism	-.047	.074	.057	-.957	-.140	.062
Software-Generalizable	-.090	.117	.192	-.064	-.125	.895
Approach-Interest for the concepts taught	.898	-.009	-.122	.024	.098	.085
Approach-Attention to the lesson	.714	-.123	.496	.303	.077	.047
Approach-Active participation to the lesson	.693	.038	.533	.020	.086	-.283
Approach-Discussion between the students	.027	.504	.659	.238	-.139	-.069
Approach-Discussion between the students and the teacher	-.021	-.130	.898	-.019	.131	.142
Approach-Better understanding of the concepts taught	.865	-.209	-.265	-.118	-.008	.034
Approach-Offers more than traditional instruction	.927	.000	.264	-.129	-.063	-.023
Score(pre)	-.371	.873	.150	-.188	-.037	-.057
Score(post)	.062	.967	-.155	-.031	-.056	-.002
Beliefs-Independence(post)	-.328	.359	.211	-.092	.124	-.691
Beliefs-Coherence(post)	.177	-.272	.321	.056	.816	-.215

Extraction Method: Principal Component Analysis.  
Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.  
a. Rotation converged in 7 iterations.

## ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ

- *Ερμηνεύουμε τους παράγοντες και τους ονομάζουμε με βάση τις μεταβλητές που έχουν σημαντικά loadings (> 0.4).*
- *Οι μεταβλητές με τα υψηλότερα loadings έχουν μεγαλύτερη σχέση με τον κάθε παράγοντα.*
- *Εάν έχουμε επιλέξει την περιστροφή 'Oblique' ελέγχουμε τον πίνακα 'pattern matrix'. Εάν έχουμε επιλέξει την Varimax περιστροφή ελέγχουμε τον πίνακα 'rotated component matrix'.*
- *Αν έχουμε επιτύχει απλή δομή (simple structure), θα πρέπει να υπάρχουν λίγες έως καμία μεταβλητές με υψηλά loadings σε περισσότερους από έναν παράγοντα. Η ξεκάθαρη δομή των παραγόντων διευκολύνει την ερμηνεία τους.*

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κορρές Κ. (2007). *Μία διδακτική προσέγγιση των μαθημάτων Θετικών Επιστημών με τη βοήθεια νέων τεχνολογιών*. Διδακτορική διατριβή. Τμήμα Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης. Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Cohen L. & Manion L. (2000). *Research Methods in Education (4<sup>th</sup> Edition)*. London and New York: Routledge.
- Τσάντας Ν., Μωυσιάδης Χ., Μπαγιάνης Ντ. & Χατζηπαντελής Θ. (1999). *Ανάλυση δεδομένων με τη βοήθεια στατιστικών πακέτων*. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη.
- Παρασκευόπουλος Ι. Ν. (1993α). *Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας* (τ. Α'). Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παρασκευόπουλος Ι. Ν. (1993β). *Μεθοδολογία Επιστημονικής Έρευνας* (τ. Β'). Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παρασκευόπουλος Ι. Ν. (1990). *Στατιστική: Περιγραφική Στατιστική* (τ. Α'). Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Παρασκευόπουλος Ι. Ν. (1993γ). *Στατιστική: Επαγωγική Στατιστική* (τ. Β'). Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Δαμιανού Χ. & Κούτρας Μ. (1993). *Εισαγωγή στη Στατιστική* (τ. Ι). Αθήνα: Εκδόσεις Αίθρα.
- Δαμιανού Χ. & Κούτρας Μ. (1996). *Εισαγωγή στη Στατιστική* (τ. ΙΙ). Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

- Korres K. & Kyriazis A. (2010). “Instructional Design using computers as cognitive tools in Mathematics and Science Higher Education”. *Σύγχρονα θέματα Εκπαίδευσης (Contemporary Issues in Education)*, Τόμος 1, Τεύχος 1, 2010, σελ. 43–65. Εκδόσεις Παπαζήση.
- Kyriazis A., Psycharis S. & Korres K. (2009). “Discovery Learning and the Computational Experiment in Higher Mathematics and Science Education: A combined approach”. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)* of the International Association of Online Engineering (IAOE), *Volume 4, Issue 4, December 2009*, p. 25–34.
- Κορρές Κ. (2006). *Σχεδιασμός δραστηριοτήτων για τη διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη χρήση υπερμέσων*. Πρακτικά του 23<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Μαθηματικής Παιδείας με διεθνή συμμετοχή της Ελληνικής Μαθηματικής Εταιρείας. Πάτρα, 24 – 26 Νοεμβρίου 2006.
- Κορρές Κ. & Καραστάθης Π. (2007). *Διδασκαλία μαθηματικών εννοιών με τη βοήθεια υπερμέσων: Στατιστική μελέτη γνώσεων – διαθέσεων μαθητών*. Πρακτικά του 1<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου του Συλλόγου Μεταπτυχιακών Καθηγητών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης. Αθήνα, 20 – 21 Απριλίου 2007.

Κορρές Κ. (2017). Μεθοδολογία έρευνας για τους σκοπούς ΣυσΤΕ, Στατιστική ανάλυση με το SPSS, ΑΣΠΑΙΤΕ, ΠΕΣΥΠ.