

7. Statistička obrada podataka SPSS

Do sada ste već stekli osnovno razumevanje statistike, manipulacije podacima, simulacije, modeliranja i analize unutar logističkih lanaca snabdevanja, zajedno s direktnim metodama linearne regresije. Dok statistika nudi širok raspon modela i tehnika za poboljšanje vaših



napora optimizacije, sprovođenje analize i prepoznavanje potencijalnih poboljšanja, možda ste primetili da kako složenost analiziranih podataka i proračuna raste, tradicionalni pristupi mogu postati sve zamršeniji i izazovniji za izračunavanje. Kako zamršenost podataka i izračunavanja

raste, konvencionalne metode mogu biti nedovoljne i, u nekim slučajevima, ugroziti pouzdanost rezultata. Kako bi se to prepoznalo, statistika koristi različite softverske programe koji automatizuju analizu i interpretaciju prikupljenih podataka, a istovremeno pružaju mnoštvo modela i funkcija za osiguranje pouzdanih rezultata. Jedan takav softver je IBM-ov SPSS, koji će biti ključni alat u ovom poglavlju. U ovom poglavlju pružićemo sažeti uvod u primarnu upotrebu softvera SPSS, istražujući njegove funkcionalnosti i praktične primene. Nakon početnog uvoda sledi praktična primena programa kroz četiri bazna testa za izračunavanje rezultata: T-test, korelacije, Hi-kvadrat i ANOVA. Kako bismo vam olakšali učenje, predstavićemo jednostavne probleme i njihova rešenja kako biste se lakše upoznali s ovim testovima.

7.1 Osnove IBM-ovog SPSS-a

Možda ste već imali iskustva sa SPSS softverom. Međutim, ako vam ipak treba, dopustite da vam ponudimo kratki uvod. SPSS, poput svog opšte priznatijeg pandana Excela, olakšava manipulaciju podacima, analizu i vizualizaciju. Ipak, za razliku od Excela, koji ponekad može biti naporan i složen za programiranje funkcija, SPSS nudi korisnički interfejs za statističku analizu (IBM, 2021.). Nudi niz funkcija i metodologija za učinkovito rukovanje vašim podacima. Dok se SPSS softver ističe u pružanju opsežnih mogućnosti statističke analize, upravljanje manipulacijom podacima i konfigurisanje početnih postavki za analizu ponekad može biti izazovno (IBM, 2021.). Stoga ćemo se pozabaviti osnovama uvoza podataka i pripreme podataka za naknadne statističke testove.



S obzirom na široku upotrebu Excela za rukovanje numeričkim podacima, vaši se podaci mogu dobiti ili pripremiti u proračunskoj tabeli programa Excel. Srećom, SPSS može uvesti podatke iz različitih formata datoteka u svoje proračunske tabele. Nakon što pripremite finalne Excel proračunske tabele, otvorite softver SPSS. Na početnom ekranu idite na ikonu "Datoteka" i odaberite "Uvezi podatke". U sedećem prozoru možete odabrati format podataka koji nameravate uvesti (pogledajte sliku 7.1). Sledeći ovaj korak, pronađite pripremljenu datoteku, odaberite je i pređite na sedeći prozor. Ovaj prozor će od vas tražiti da konfigurišete dodatne postavke. Ako ste već uključili nazive kolona u prvi red vaših podataka, odaberite opciju "Pročitaj nazive varijabli iz prvog reda podataka" (pogledajte sliku 7.1), a zatim kliknite "Završi" da bi se podaci pojavili u proračunskoj tabeli (IBM, 2021).

Ein Eol Yew Data Iransform Analyze	Graphs Unities Egtensions	West	toe B	* *0		Range:	ible names	from first row o	of clasta		
Qpan Impot Qata Generat Open Constance Point Constance Co	Database Excel. CSV Data Isot Data	3		Visible: 0 of	0 Variables	Pgrcentag	e of values den rows ar rading space ailing space	that determine nd columns ces from string es from string v	values	95	
Exer One3 Species Spe	945. Sigla. Cognos Business Intelligence. Cognos T <u>I</u> /1.					1 2 3 4 5 6 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	Anne Jacob Marcus Anne John Maria Simon Peter Stata type is t 200 data	de Gender M F M F M M based on all d form. The prev	Age 21 34 24 38 42 19 25 ata and can see displaya	Workh 120 145 110 125 155 170 125 be different for only the feat 55	n the preview, which is based on 00 columns.

Slika 4.29SPSS postavke uvoza podataka.

Sada kada imamo podatke u našoj proračunskoj tabeli, primetićete jasnu razliku u prezentaciji u poređenju s Excelom. SPSS kategorizuje podatke u dve primarne vrste, svaka s

dve dodatne podvrste. Kao što je prikazano na slici 7.2, podaci se mogu klasifikovati kao numerički ili kategorički. Numerički podaci sastoje se od brojeva i mogu se kategorizovati kao diskretni (s ograničenim opcijama) ili kontinuirani (nude beskonačne mogućnosti). S druge strane, kategorički podaci



sastoje se od reči i mogu se dalje razlikovati kao redni (imaju hijerarhiju) ili nominalni (bez hijerarhije). Zavisno od prirode vaših podataka, možda ćete morati konfigurisati varijable kako bi se uskladile sa željenom analizom. U većini slučajeva, SPSS će automatski prikladno kategorizovati varijable. Pretpostavimo da želite izvršiti dalju manipulaciju tipovima podataka. U tom slučaju možete pristupiti opciji "Prikaz" i pod "Prikaz varijable" prilagoditi varijabilne informacije kao što su naziv, vrsta, širina, mera i više (IBM, 2021.).



) Data	Liausiotim E	granyze Graphs	Million Million	A H	ns <u>W</u> indo		E.se		u Data		Brakyze			ansions W	100w 日 田中	NP	Q Search applic	abon
ř. –	Jacob								Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align .	Measure & Nominal	Ro
Name	da Gender	Age Age	# Workhours	VM	VM	VM	Var	2	Gender	String	1	0		None	None	10	E Let	& Nominal	> inp
acoo	M	2	1 120					3	Age	Numeric	2	0		None	None	12	Right	A Scale	> in
arcus	e .	3	4 140		-			4	Workhours	Numeric	3	0	Work hours	None	None	12	Right Right	& Scale	N in
ohe		2	9 110			-		5.	and the owner where the party of the party o				Construction of the owners of			-	a subscription of the second	And a second second second	-
UPHT	E		2 465					5											
imon	M	1	9 170					7											
atar	M	2	5 125			+		1.81											
00000	F	2	3 90					. 5											
bristina	F	21	0 150					10											
	_					1	-	-11											
							-	12											
								13											
								- 14											
								15											
								10											
								17:											
								18											
								19											
								- 20											
								21											
								22											
								23											
								- 24											
								22											
								- 20											
								- 41											
								20											
								28											
								24											
							-	31											

Slika 4.30Prozori za prikaz podataka i varijabli.

Nakon što ispravno postavite svoje podatke, možete ih istraživati unutar SPSS-a. SPSS omogućava korisnicima izvođenje detaljne statističke analize bez oslanjanja na unapred definisane funkcije. Na početnom ekranu (pogledajte sliku 7.3), idite na "Analiziraj", nakon čega sledi "Deskriptivna statistika", a zatim odaberite "Istraži". U odjeljku "Istraži" pronaći ćete različite opcije zavisno od karakteristika podataka koje ste uneli. U ovom načinu rada SPSS će vam pružiti informacije o "deskriptivnoj statistici" o vašim podacima. Iako je ovo važno za početnu analizu podataka, nudi samo osnovne uvide i ne ulazi u detaljniju statističku analizu, koja će biti obrađena u narednim poglavljima. Pre nego što nastavimo dalje, takođe ćemo istražiti još jednu funkciju u SPSS-u — vizualizaciju grafikona (IBM, 2021).



Eile	Edit Vie	ew Data	Iransform	Analyze Graphs Utilities Exten:	ions Window Help									-	0 >
-			r a	Power Analysis	> 🧱 📑 🙆 💽 🔍	earch application									
- Ma		lacab		Meta Analysis	,									Visible	A of A Variah
1.140	O Mama	Sacoo	A 100-	Reports	>									visible	
1	Jacob	M	er nye	Descriptive Statistics	> Erequencies	var va	17 I	var	var	var	Var	var	var	var	Var
2	Marcus	M		Bayesian Statistics	> Descriptives										
3	Anne	F		Tables	> Begulation Descriptions										
4	John	м		Compare Means and Proportions	> Population Descriptives	-									
5	Maria	F		General Linear Model	-q, Explore										
6	Simon	M		Generalized Linear Models	Crosstabs										
8	loanna	F		Mixed Models	TURF Analysis										
9	Christina	F		Consister Consister	Ratio		-				-				
10				Correlate	Proportion Confidence Intervals										
11				Regression	B B B Blate										
12				Loglinear	> E- Flots										
13				Neural Networks	> Q-Q Plots										
14				Classify	>	C Explore					×				_
15				Dimension Reduction	>	1			2ependent List:	S	tatistics				_
17				Sc <u>a</u> le	>	Sa Name	_	•	Age Age		Plots			_	_
18				Nonparametric Tests	>	Work hou	urs [Wor	-			Dotions				
19				Forecasting	>			E	Eactor List:	В	ootstrap	Explore: St	atistics		×
20				Survival	>			•				_	_		
21				Multiple Response	,			-				Descripti	vesi nan lataa al far t		~
22				Missing Value Analysis				•	Label Gases by:				nce interval for n	iean. [95	70
24				Wallshing value Analysis		Display						Outliers	nors.		
25				Multiple Imputation	,	Both O	Statistics O	Plots				Percentil	es		
26				Complex Samples	>										
27				Simulation			OK B	aste	Beset Cancel	Help	-	Conti	nue Cáncel	Help	
28				Quality Control	>	-	1								
29				Spatial and Temporal Modeling	>										
	<			Direct Marketing	>							- Acti	vate Win	dows -	>

Slika 4.31Postavke deskriptivne statistike.

SPSS nudi niz opcija za vizualizaciju podataka, uključujući histograme, kutijaste dijagrame, stubičaste grafikone, dijagrame rasipanja, linijske grafikone, pita grafikone i još mnogo toga. Do ove tačke trebali biste imati osnovno razumevanje o tome što svaka vrsta grafikona predstavlja i kako tumačiti rezultate koje oni pružaju. Stoga ćemo se fokusirati na to kako izraditi te grafikone unutar softvera SPSS. Da biste izradili grafikone, odaberite karticu "Grafikoni" na početnom ekranu, nakon čega sledi "Izrada grafikona". U novom prozoru možete odabrati vrstu grafikona koju želite izraditi i odabrati varijable koje želite uključiti. Nakon izbora "Završi", pojavi će se novi prozor s rezultatima vizualiziranim u odabranom formatu grafikona. U ovom novom prozoru možete aktivno komunicirati s grafikonom, što vam omogućava izmenu varijabilnih boja i fontova, istraživanje distribucija varijabli na grafikonu, i više (IBM, 2021).



	He) 🛄 I		Chart Builder	Chart Builder	preview uses example data	Element Properties Chart Appearance Options	
: Na	ne	Jacob		Graphboard Template Chooser	an Name Pi	e Chart Count of Gender	Edit Properties of:	Visible: 4 of 4 Variable:
	a Name	💑 Gender	🖉 Age 🔗 Wor	Relationship Map	a Gender		Polar-Interval1	var var
1	Jacob	м	21	Heibull Plot	Age Work hours (Wor		Angle-Axis1 (Polar-Interval1) GroupColor (Polar-Interval1)	1
2	Marcus	М	34	Compare Subgroups			Support of the statistical sta	
3	Anne	F	24	Passage Variable Plate	2	iter iter	Statistics	
4	John	М	38	Regression variable Flots	Filter by:		Statistic:	
5	Maria	F	42	📴 <u>B</u> ar			Count ~	
6	Simon	м	19	11 3-D Bar	Category 1		Sat Parameters.	
7	Peter	M	25	Line	Category 2	Set color?		
8	Joanna	F.	23		-	Gender		
10	Christina	r	20	Area	-			
11				Pig	Gallery Basic Elements Groups/Point	ID Titles/Footnotes		
12				High-Low	Choose from:	🥻 "Output2 (Document2) - IBM	1 SPSS Statistics Viewer	- 0 × -
13				Boxplot	Favorites	Ele Edt View Data	Transform Insert Format Analyze Graphs Utilities Egit	ensions Window Help
				-	Bar	📁 🖬 🖨 🙍 🖉	🖉 🛄 🕼 🦋 🎽 🎽 👘	
14				Error Bor	Line			
14 15				Error Bar	Area	Q. Search application		
14 15 16				Error Bar	Area Pie/Polar	Q, Search application	GGraph	
14 15 16 17				Error Bar Population Pyramid Scatter/Dot	Line Area Pie/Polar Scatter/Dot Histogram	C. Search application	GGraph	
14 15 16 17 18				Error Bar Population Pyramid Scatter/Dot Histogram	Line Area PielPolar Scatter/Dot Histogram High-Low	Search application	GGraph Pie Chart Count of Gender	
14 15 16 17 18 19				Errgr Bar Population Pyramid Scatter/Dot Histogram	Line Area Pie/Polar Scatter/Dot Histogram High-Low Boxplot	C. Search application	GGraph Pie Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21				Errgr Bar Population Pyramid Scatter/Dot	Lune Area PikiPolat Scatar/Dot Histogram High-Low Boxplot Dual Axes	C. Starch application	Dersph Pie Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22				III Errgr Bar Population Pyramid Scatter/Dot III Histogram	Une Area PikePoler Scatar/Dot Histogram High-fow Box/ot Box/ot Box/ot Box/ot Box/ot Box/ot Box/ot Box/ot	C Stands Application	OGraph Pis Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23				III Ergr Bar Population Pyramid Scatter/Dot Histogram	Area PickPolar ScatterOot Histogram High-Lore Boople Dual Aces OK Date	C Stanto agricultur C Stanto	OGraph Pie Charl Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24				iii Erg Bar	Area Part Redar ScatterEon Hospiton Booyter Daul Areas OK Pasta	Cancel Hel	GGraph Pis Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25				III Erg Bar	Chrie Arce Pair Polar ScatterCot Historyam High-Low Booglet Dual Aces OK Epster	Cancel He	OGraph Pis Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26				III Erg Bar	Ann Ann Construct Histogram BoyLow Dual Axes OK Easter	Brest Cancel He	Pic Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27				iii Erg Bar	Ave	Best Carce He	GGraph Pis Chart Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28				III Errg Bar	CK Date	Brest Cancel He	OGraph Pis Charl Count of Gender	Gender
14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29				iii Erg Bar	Aven Aven Person Hoge State Hoge State Bookin Dual Aven OK _ Pante	Brent Cancel He	GGraph Pie Chart Count of Gender	Gender

Slika 4.32Postavke izrade grafikona u SPSS-u.

Do ove tačke pokrili smo tri od četiri pravila za "Istraživanje podataka", koja uključuju posmatranje podataka (istraživanje neobrađenih podataka), identifikaciju podataka (određivanje tipova podataka) i, u određenoj meri, grafičko prikazivanje i opisivanje podataka putem deskriptivne statistike i izrade grafikona. Poslednje pravilo je "Formulacija pitanja", gde se pitamo što želimo postići analizom podataka i u skladu s tim postavljamo grafikone i deskriptivnu statistiku kako bismo dobili odgovore na naša specifična pitanja. Na primer, u našem posmatranom primeru, pitanje bi moglo biti: "Da li je naša analizirana populacija pretežno ženska?" Korišćenjem i grafikona i deskriptivne statistike možemo zaključiti da se naša populacija sastoji uglavnom od muških osoba. Kada formulišete svoja pitanja, uvek uzmite u obzir dostupne podatke i varijable koje ste identifikovali (Garth, 2008). Ovime je završen prvi deo SPSS analize podataka, a sada ćemo nastaviti s pripremom testa.

7.2 Upravljanje podacima

Kada se bavite ključnim podacima u SPSS softveru, postaje ključno razumeti tehnike za manipulisanje informacijama u pojedinačnim aktivnim skupovima podataka. SPSS pruža funkcionalnosti koje olakšavaju manipulaciju postojećim podacima sadržanim u aktivnim



skupovima podataka. Povremeno možete naići na dve baze podataka odvojeno uvezene u skupove podataka, no prednost je da se spoje radi poboljšane analize. Razmotrimo logističku kompaniju s dve podružnice, od kojih svaka daje podatke o troškovima i prevozu tereta u kilogramima. Cilj menadžera je analizirati ukupnu učinkovitost poduzeća. U SPSS-u to uključuje navigaciju "Podaci", izbor "Spoji datoteke" i dve različite opcije. Jedan uključuje izbor "Slučajevi" i određivanje varijable za spajanje, uklanjanje te varijable dok spaja ostale. Alternativno, izborom opcije "Varijabla" zadržava se varijabla u novom skupu podataka. Praktična primena očita je u našem scenariju logistike, gde spajanje skupova podataka pojednostavljuje sveobuhvatnu analizu učinka kompanije.



Slika 4.33Prozor za spajanje datoteka.

Dok funkcije spajanja i razdvajanja omogućavaju određenu manipulaciju podacima, opcija "Odaberi slučajeve" nudi različite prednosti. Zamislite da imate podatke za prodavnice B, C i D u jednoj bazi podataka, a fokus je isključivo na poređenju prodavnice A i prodavnice C. Izborom "Podataka" i "Odaberi slučajeve" možete odrediti varijable od interesa, uspešno filtrirajući izbaciti neželjene podatke. Na primer, postavljanje Prodavnice C kao 2 upućuje softver da se koncentriše isključivo na Prodavnicu C, generišući izlaz koji je zatim dostupan za naknadne analize, kao što je deskriptivna statistika, fokusirajući se isključivo na odabrane slučajeve. Takav pristup takođe omogućava komparativnu analizu samo između vrednosti Prodavnica A i Prodavnica C.



🚰 *Untitled5 (DataS	et4] - IBM SPSS Statistics Data Editor			6	Untitled5 (DataSet4) - IBM SPSS Statistic	s Data Editor
Eile Edit View	w Data Iransform Analyze Graphs	Utilities Extensions Windo	w Help	Eile	Edit View Data Transform	n Analyze <u>G</u> raphs <u>U</u> tilities Extension
🦻 Η 🤮	Define Variable Properties	A ==	Search application		🖾 🗖 🖝 1	×≝≟⊒₽∦
15 :	Set Measurement Level for Unknown					
/ ID	Copy Data Properties	var	var var var	var	/ ID 🚜 Subcontracto	r 🔗 Transaction
1	1 Me New Custom Attribute	900		1	1 A	900
2	2 B Dafine date and time	ta Split File		X 2	5 A	400
3	3 III Define Multiple Response Sets			- 3	9 A 9	407
5	 Validation 	ø ID	O Analyze all cases, do not create grou	ps 4	11 A	355
6	6 DE Martin Davidado Carros	# Transaction		- 5	12 A	329
7	7		C Touber Brooks	6	16 A	1200
8	8 Identify Unusual Cases		 Organize output by groups 	7	17 A	100
9	9 📆 Compare Datasets		Groups Based on:	8	20 A	1000
10	10 By Sprt Cases		Subcontractor	9	23 A	604
51	11 Sort Variables		*	10	24 0	571
12	12 In our vanages.			42	2.0	600
13	13 Hall Transpose		Sort the file by grouping variables	13	6.8	400
14	14 Adjust String Widths Across Files		O File is already sorted	14	7.8	200
16	15 Merge Files		O Life is already solled	15	8.8	900
17	17 Restructure	Current Status: Analysis	by groups is off.	16	15 B	430
18	18 Processity Score Matching			17	18 B	500
19	19			18	19 B	1500
20	20 Rake Weights	OK F	aste Reset Cancel Help	19	22 B	657
21	21 Propensity Score Matching		The second secon	20	25 B	538
22	22 Case Control Matching	657		21	29 B	405
23	23 Br Annanta	604		22	30 B	372
24	24 HE Daaredane	571		23	3 C	500
25	25 Split into Files	538		24	4 C	300
20	20 Orthogonal Design	> 504		25	10 C	381
20	20 Compare Datasets	439		26	13 C	302
29	29 R. Corry Dataset	405		27	14 C	650
** (100 m m m			28	210	200
	m opd File			29	20 0	504
Data View Var	iabl 🔢 Select Cases			_	<	
Split File	theight Cases			Da	ta View Variable View	

Slika 4.34Prozor za deljenje datoteke.

Dok funkcije spajanja i razdvajanja omogućavaju određene manipulacije podacima, postoji i opcija "Odaberi slučajeve". Zamislite da pouzdano znamo da prodavnica A ima u proseku 120 € dobiti i želimo to uporediti s prodavnicom C. Nažalost, u našoj bazi podataka imamo podatke za prodavnice B, C i D u jednoj bazi podataka i analiza bi uključivala podatke iz sve tri prodavnice. Klikom na "Podaci" i "Odaberi slučajeve" možemo odabrati varijablu na koju se želimo fokusirati. U našim slučajevima smo definisali da prodavnica C treba biti postavljena kao 2, a zatim smo kreirali funkciju za softver da se fokusira samo na prodavnicu C. Izlaz se zatim može koristiti za naknadnu analizu izborom ove nove kolone (npr. deskriptivna statistika).

*Untitled6	[DataSet5]	- IBM SPSS Statistics Data Editor						🕗 *Ur	titled7 [DataSet6	- IBM SPSS Statist	tics Data Editor		
jie <u>E</u> dit	View	Qata Iransform Analyze Graphs	Utilities Extensions	Window Hain	×	_		Eile	Edit View	Data Transfo	rm <u>Analyze</u>	Graphs L	tilities
- H		User Define Variable Properties		Select	plication							ž =	100
		Set Measurement Level for Unknown	/ ID	O Al cases				1 -					
	n n	Copy Data Properties	a Complex	If condition is satisfied	in the second second	1144	1.000		<i>A</i> ID	A Complex	A Drofit	A filler C	1 (1965
		New Custom Attribute	/ Profit	all (Care 1)	V 22	var.	war.	~		and complex	144	00 mmen_0	
2	2	Define date and time		O Rangom sample of cases				2	2	3	145	0	-
3	3	B Ogine date and time		Sample				3	3	2	126	1	d.
4	4	Define Multiple Response Sets		O Based on time or case range				N	4	1	108	0	í.
5	5	Validation		Rappe				5	5	2	103	1	
6	6	Identify Duplicate Cases		O Use filter variable:				6	6	2	133	1	
7	7	Identify Unusual Cases		ъ.				X	7	3	169	0	1
8	8	Fig Identity Onusual Cases						8	8	1	143	0	l
9	9	Compare Datasets		Output				8	9	1	134	0	0
10	10	Sgrt Cases		Eiter out unselected cases				18	10	3	151	0	
11	11	Sort Variables	Select Cases: If	O free calculated anno 16 a non-datanat			×	11	11	2	131	1	<u></u>
12	12	Transnosa						X	12	3	149	0	1
13	13	In Indiapose	10	Complex=2				13	13	2	127	1	
15	15	Adjust String Widths Across Files	Cu 💩 Complex	•				15	14	2	153	1	1
16	16	Merge Files	Complex=2 (FillT	E	Functio	n group		18	16	3	158	0	
17	17	Bestructure		• < > 7 8 9	Al		-	17	17	2	103	1	1
18	18	Propensity Score Matching	1. I.		CDF &	Noncentral CDF	F	18	18	1	105	0	1
19	19				Conver	Sion Date/Time		18	19	1	111	0	1
20	20	Rake vveights			Date A	eithmetic		28	20	1	139	0	í.
1	21	Propensity Score Matching		1 8 1 0	Date C	reation	9	21	21	2	128	1	1
12	22	E Case Control Matching		** - () Delete	+ Eunctio	ins and Special	Variables	22	22	3	163	0	<u></u>
3	23	Accrecate						23	23	2	155	1	-
24	24							24	24	2	129	1	-
06	25	ka Spit into rijes						10	25	3	121	0	-
27	20	Orthogonal Design	: >					10	26	1	129	0	-
28	28	Compare Datasets						20	2/	2	109	1	1
9	29	Conv Dataset						28	20	3	154	0	-
~ .	.00	The second secon		Contrast Cancel Help				~	20		*00	-	-
	Maria	m Spat ree	_	Concer Concer			-						
Jata View	variab	Helect Cases						Data	View Variab	le View			
		1 Weight Cases				10	an spee						

Slika 4.35Izbor slučaja.



Povremeno skupovi podataka mogu već sadržavati varijable, ali ipak postoji potreba za uvođenjem novih varijabli na osnovu postojećih. Uzmimo, na primer, menadžera logističke kompanije koji poseduje podatke o težini i pređenoj udaljenosti za razne proizvode, ali zahteva vreme isporuke za optimizaciju ruta. U SPSS-u, da bi se to postiglo, potreban je klik na "Transform", a zatim na "Compute Variables". Nova varijabla, DeliveryTime, stvara se unutar novog prozora postavljanjem numeričkih izraza. U ovom slučaju, dodjeljivanje lestvice od 0,8 za udaljenost i 0,2 za težinu rezultuje novom varijablom koja predstavlja vreme isporuke, što je ključni dodatak skupu podataka. Postoji fleksibilnost izračunavanja dodatnih varijabli, kreiranih za potrebe statističkih testova.

10 · D	titled2 [DataS	et1] - IBM	PSS Statistics Data Editor									ta .	Untitled2 [DataSet1] - IBM SPSS Stat	istics Data Editor						
Eile	Edit View	Data	Iransform Analyze Grap	phs Utilities Exter	nsions W	indow H	elp					Ede	Edit	View	Data Transf	orm Analyze	Graphs Utilities	Extensio	ns <u>W</u> indow	Help		
-	He		Compute Variable					<u>ه</u> [۵ ه	earch applicati	on			H			2		B			à 🖬 🕯	Q
			Programmability Transform	mation	tartes							- 24		Sec.					Harris C.L.L.I.	1.1.1.1.1.1		
	0.0		Count Values within Case	IS								21	0.00		A Malaba	A Distance	A Dallara Tran					_
	C Produce		Shi# Values		var	var	var	var	var	Var	var		O PTO	JUCLID	& weight	Ø Distance	/ Delivery Time	var	var	var	Vär	
1		1										1		1	20	35	32,00				-	
3		2	Recode into Same Variab	les								2		2	3	40	42,00					
4		4	Recode into Different Varia	ables								4		4	21	20	20.00					
5		5	Automatic Recode									5		5	30	30	30.00					
6		6	Casata Dummu Variablas									6		6	4	55	52.00					
7		7	Create Dummy variables									7		7	50	23	28,40					
8		8	Visual Binning									8		8	10	41	34,80					
9		9	K Optimal Binning									9		9	21	100	84,00					
10		10	Prepare Data for Modelin	Compute Variable									×	10	60	30	36,00					
11			Bill Dank Casas																			
12			Bei Hang Cases	Target Variable:		Numeric	Expression															
13		-	Date and Time Wizard	DeliveryTime		(Weight)	0.2) + (Dista	ance*0.8)														
14		-	Create Time Series																			
15			Replace Missing Values	Type & Label																		
10			Orada a Marcha Caract	& ProductID	144	1																
18			W Kalidolli Wulliber Geliera	Neight 🖉	-					Func	tion aroun:											
19			Run Pending Transforms	/ Distance				12112		All	con group.		-									
20				DeliveryTime		· •	< >	7 8	9	Arith	metic		17.1									
21							<= >=	4 5	6	CDF	& Noncentra	I CDF										
22										Com	ersion											
23							= +=	1 2	3	Curre	ent Date/Tim	e										
24								0		Date	Anthmetic		~									
25							<u> </u>			Date	creation											
26		_					~ ()	Dele	te 🚽	Eunc	tions and Sp	ecial Val	nables:									
27										SCar SDat	enum		-									
20		-								SDat	e11											
30		-								\$JDa	te											
31										\$Sys	smis											
32										STim	e											
33										Abs												
34										Appl	vmodel											
35										Arsir	1		~									
36										Filter	by Inch	ide desc	ription									
37				H. (optional case	selection cr	ondition)				-			-									
38				1.2.1.1.1		-	100 00	1948	100	10												
39						OK	Paste	Reset C	ancel Help													
40	200						-	1					1 Control									
0	Kiew Var	she View											<	Variabl	la Viaw							-
Data	View	NAME ALCON										Dat	a view	• unabl								
Como	da Mariabla																					

Slika 4.36Postupak izračunavanja varijabli.

Na ovaj način se zaključuje mali pregled funkcija upravljanja podacima koje pokriva SPSS, a koje bi mogle biti korisne tokom sledećih testova modela koji su obuhvaćeni u ovom poglavlju. Nastavićemo s fazama koje su potrebne pre nego što možemo sprovesti statistički test u softveru SPSS.

7.3 Priprema testa

Pre nego što nastavite sa statističkim testovima, bitno je pridržavati se standardnog toka procesa analize podataka, koji uključuje istraživanje podataka (kao što je objašnjeno u



poglavljima 7.1 i 7.2), analizu podataka i interpretaciju rezultata (Garth, 2008; George i Mallery, 2022). U ovom poglavlju naš fokus je na analizi podataka pomoću softvera SPSS. Budući da smo hipoteze već obradili u prethodnim poglavljima, naš primarni fokus biće na sprovođenju testova normalnosti unutar SPSS-a. Postoje tri metode za procenu normalnosti: histogram, QQ-grafikon i test normalnosti. Preporučljivo je upotrebiti najmanje dve, ako ne i sve tri ove opcije, budući da svaka pruža različite informacije (Ghasemi i Zadesiasl, 2012.). Za izradu histograma idite na "Graphs ", a zatim na "Chart Builder". U novom prozoru odaberite "Histogram". Ako imate više varijabli, morate ponoviti ovaj postupak za svaku kako biste dobili rezultate. Histogram potvrđuje test za normalnu distribuciju ako stupci koji predstavljaju vrednosti varijable liče na zvonastu liniju. Ako su stupci više nagnuti u levu ili desnu stranu, to može značiti eksponencijalnu distribuciju. Na primer, generisali smo bazu podataka od 100 ID-ova, svaki s varijablom koja predstavlja težinu u kilogramima. Prateći uputstva, izradili smo histogram, kao što je prikazano na slici 7.9. Kao što se vidi sa slike, stupci su raspoređeni po grafikonu i iako možda ne odražavaju savršenu krivu liniju, ipak sugerišu normalnu distribuciju i pozitivan rezultat testa (George i Mallery, 2022; Goeman i Solari, 2021).



Slika 4.37Histogram rezultata testa normalnosti.

Još jedna opcija za sprovođenje testova normalnosti je QQ-grafikon, koji se može pokrenuti klikom na "Analyze" (hrv. Analiziraj), nakon čega sledi "Descriptive Statistics", a zatim izborom "Q-Q Plots". Prednost ovog pristupa je što omogućava procenu više varijabli istovremeno (Williamson, bd). Test se smatra uspešnim kada se tačke na dijagramu grupišu usko oko prave linije, što predstavlja normalnu distribuciju. Ako tačke formiraju "repove", to



ukazuje na neuspešan test normalnosti (Andersen i Dennison, 2018). Koristeći istu bazu podataka iz testa histogramskog grafikona, sproveli smo QQ grafikon test. Na slici 7.10 u nastavku možete primetiti da je većina tačaka klastera za našu varijablu poravnata s pravom linijom, što ukazuje na normalnu distribuciju naših podataka. Iako smo već u ovoj fazi mogli zaključiti da je test normalnosti pozitivan, odlučili smo tražiti potvrdu iz sva tri testa.



Slika 4.38QQ grafikon test normalnosti - postavke i rezultati.

Konačna opcija za sprovođenje testa normalnosti je takozvani Test normalnosti, koji se smatra statističkim testom. Obično se koristi Kolmogorov-Smirnov test, ali za male veličine uzorka može se koristiti Shapiro-Wilkov test (Goeaman i Solari, 2021.). U SPSS-u možete

izvršiti ovaj test klikom na "Analyze", nakon čega sledi "Descriptive Statistics", a zatim "Explore". Morate postaviti varijable koje želite proveriti ispod okvira "Dependent List" (hrv. Zavisna lista). Zatim pod "Plots" odaberite "Normality Plots with Tests" (hrv. Grafike normalnosti s testovima). Test se smatra

uspešnim ako je stupac Sig (p -vrednost) u rezultatima veći od 0,05, što ukazuje na normalnu distribuciju. Ako je p -vrednost manja od 0,05, to ukazuje da distribucija nije normalna i test se smatra neuspešnim. Ovaj test smo još jednom proveli koristeći istu bazu podataka kao i u prethodnim testovima. Iz rezultata možemo zaključiti da je prema standardu Kolmogorov-Smirnov test pozitivan jer je p -vrednost veća od 0,05. Međutim, za

Ö



Shapiro-Wilkov test, *p* -vrednost je niža, što ukazuje na negativan rezultat testa. Do ovih različitih rezultata dolazi jer oba pristupa imaju različite postavke osetljivosti i snagu u otkrivanju odstupanja (Ghasemi i Zahediasl, 2012.). Budući da smo već sproveli testove QQ dijagrama i histogramskog grafikona, Test normalnosti može se generalno smatrati pozitivnim. Uz potvrđene testove normalnosti, možemo sprovesti glavne testove, kao što je test jednog uzorka.



Slika 4.39Postavke i rezultati testa normalnosti.

7.4 T-test jednog uzorka

Već je obrađena teorija za T-test jednog uzorka u prethodnim poglavljima, stoga ćemo se prvenstveno fokusirati na sprovođenje testa sa softverom SPSS. Za naš T-test jednog uzorka pripremili smo bazu podataka s uzorkom od 200 ispitanika, koji uključuje 1 kategoričku varijablu (ID studenta) i 2 numeričke varijable (težinu i starost) (Kim, 2015.). Prateći uputstva iz prethodnih potpoglavlja sprovodimo sledeće korake:

- Istražite podatke, tačnije naše varijable i deskriptivnu statistiku i postavite naše pitanje.
- Proverite **normalnost**, budući da bi samo jedan varijabilni histogram i QQ grafikon trebali biti dovoljni.



- Postavite hipotezu, gde se za nultu varijabla ne razlikuje od određene vrednosti i alternativu gde je drugačija.
- Uradite Studentov T-test .
- Tumačite rezultate, fokusirajući se na to da li je nulta hipoteza odbijena ili ne , odgovorite na pitanje i napišite izveštaj o našem testu.

U našem slučaju odlučili smo da naše pitanje bude: Da li je prosečna težina učenika veća od 74 kilograma? Nakon pitanja postavljamo našu hipotezu za pitanje, a to je "Nulta = nema razlike" i "Alternativa = postoji razlika". Sproveli smo histogram i QQ grafikone kako bismo proverili testove normalnosti, a nakon njihovog završetka, sledio je T-test. Da bismo pokrenuli T-test, kliknemo "Analyze" i nastavimo s "Compare Means" (Uporedi srednje vrednosti) i "One-Sample T-test" (T-test jednog uzorka). U okvir s varijablama testa stavljamo studentski ID, postavljamo vrednost testa na 74 i započinjemo test (pogledajte sliku 7.12).





Nakon potvrde testa, pojaviće se drugi prozor s rezultatima naše analize (pogledajte sliku 7.13). Ovaj prozor pruža nekoliko informacija u vezi s našom analizom. U ovom slučaju su obe p -vrednosti niže od 0,05, što ukazuje na značajnost testa. Dodatno, proveravamo vrednosti t i df, koje su u našem slučaju -9,806 odnosno 199. Iz ovih rezultata možemo zaključiti da je naša nulta hipoteza odbačena. Stoga, izveštaj o rezultatima glasi: "Prosečna



težina studenta značajno je niža (srednja vrednost = 69,63) od vrednosti od 74 kg (t-test jednog uzorka, t = -9,806, df = 199, p-vrednost < 0,001)".



Slika 4.41Rezultati T-testa jednog uzorka.

7.5 Korelacija

Pređimo sada na drugi test, a to je test korelacije. Uradićemo ga koristeći istu bazu podataka kao u primeru t-testa s jednim uzorkom. Slično t-testu s jednim uzorkom, pratićemo postupak uz nekoliko izmena. Kada se vrši korelacija između dve varijable, važno je odrediti koja je zavisna, a koja nezavisna varijabla (Janse i dr., 2021.; Mishra i dr., 2019). Ovaj izbor možete napraviti na osnovu vašeg istraživačkog pitanja. U našem slučaju želimo istražiti "Postoji li korelacija između starosti studenta i njegove težine?". Nakon pitanja, težinu smatramo zavisnom varijablom, a starost nezavisnom varijablom, jer želimo istražiti jesu li varijacije u godinama povezane s varijacijama u težini. Definišemo naše nulte i alternativne

hipoteze (vidi 7.3 i 7.4), a zatim pokrećemo test klikom na "Analyze", nakon čega slede "Correlate" (hrv. Koreliraj) i "Bivariate" (hrv. Bivarijantno). Obe varijable treba staviti u polje "Variable". Proverite jesu li odabrani ili postavljeni "Pearson", "Two-Tailed" i "Flag Significant" (pogledajte sliku 7.14).



U ovom slučaju smo odabrali "Pearson" jer naši podaci pokazuju normalnu distribuciju i mogu se analizirati pomoću parametarskih metoda. Ako normalna distribucija nije naznačena, treba koristiti neparametarske metode (u ovom slučaju, odabrali biste Spearmana umesto Pearsona) (George i Mallery, 2022; McClure, 2005).





Slika 4.42Postavke testa korelacije.

Još jednom dobijamo rezultate u novom prozoru (pogledajte sliku 7.15). Iz rezultata možemo videti da je naša Pearsonova korelacija -0,038, a *p* -vrednost 0,596. U korelacionoj analizi, što je vrednost korelacije bliža nuli, to je korelacija između varijabli slabija. U našem slučaju, korelacija je vrlo blizu nule, što ukazuje da nema značajne korelacije između dve varijable (McClure, 2005). Dodatno, visoka *p* -vrednost (0,596) sugeriše da nema značajnih dokaza za zaključak da postoji značajna korelacija između dve odabrane varijable (Williamson, bd). Kao rezultat, naša nulta hipoteza nije odbačena. Na tom osnovu možemo izvestiti da "nije bilo korelacije između starosti i težine studenta".



Slika 4.43Rezultati testa korelacije.

7.6 Hi-kvadrat

Treći test koji ćemo izvesti u SPSS softveru je Hi-kvadrat test. Za razliku od prethodna dva testa, Hi-kvadrat test upoređuje dve kategoričke varijable, a ne numeričke varijable (Turhan, 2020). Kao i postupak u odeljcima 7.4 i 7.5, počinjemo istraživanjem podataka i



formulisanjem istraživačkog pitanja. U našem primeru imamo logističku kompaniju s 200 kupaca, i podatke o vrsti plaćanja i vrsti prevoza koju je svaki kupac odabrao. Pitanje na koje želimo odgovoriti je: "Pokazuju li različite vrste plaćanja različite preferencije za vrste prevoza?" Budući da se radi samo o kategoričkim varijablama, nema potrebe za testom normalnosti. Postavljamo našu nultu hipotezu (preferencije za vrste prevoza iste su za sve vrste plaćanja) i alternativnu hipotezu. Za sprovođenje hi-kvadrat analize kliknite na "Analyze", nakon čega sledi "Descriptive Statistics", i odaberite "Crosstabs" (Unakrsne analize). Ključno je smestiti varijable na osnovu vašeg istraživačkog pitanja u kolone ili redove (pogledajte sliku 7.16) (Garth, 2008.).



Slika 4.44Postavke Hi-kvadrat testa.

Nakon analize, novi prozor prikazuje rezultate (pogledajte sliku 7.17). U ovom prozoru možete primijetiti da Pearsonova hi-kvadrat vrednost iznosi 11,614, *df* vrednost 12, a p - vrednost (asimptotska značajnost) 0,477. Na osnovu ovih rezultata možemo zaključiti da ne postoji značajna povezanost između dve varijable, a nulta hipoteza nije odbačena. Stoga sledi izveštaj: "Nema otkrivenih značajnih preferencija između različitih vrsta plaćanja za različite vrste prevoza (dvostrani Chi-Square test, chi-sq = 11,614, *df* = 12, p -vrednost = 0,477)."





Slika 4.45Rezultati Hi-kvadrat testa.

7.7 ANOVA

Poslednji test koji ćemo pokriti je ANOVA test, koji se posebno fokusira na jednostavniji model poznat kao jednosmerna ANOVA, koji uključuje kategoričku varijablu i numeričku varijablu (Goeman i Solari, 2021). Kao i kod T-testa, sledićemo isti postupak: istražiti podatke, formulisati istraživačko pitanje, sprovesti test normalnosti i postaviti hipoteze. Razmotrimo studiju slučaja transportnog dispečera koji radi za logističku kompaniju. Dispečer blisko sarađuje s partnerskom kompanijom i redovno planira tri različite rute kamionima za isporuku robe. Zbog politike "Just-in-time" koja naglašava brže isporuke, postavlja se pitanje: "Utiče li izbor rute dostave na vreme isporuke za kompaniju?" Da biste pokrenuli ANOVA test

u SPSS-u, idite na "Analyze" nakon čega sledi "Compare Means..." i zatim "One-way ANOVA". Postavite zavisnu varijablu u okvir "Dependent List" (Popis zavisnih), a varijablu Faktor u okvir "Factor" (pogledajte sliku 7.18). Za detaljnu analizu uključili smo i Post Hoc postavku. Važno je napomenuti da



se Post Hoc analiza treba sprovesti samo ako je početni ANOVA test pozitivan. Primenom Post Hoc analize možemo identifikovati optimalan izbor (u našem slučaju rutu). Najpouzdanije metode koje se koriste za Post Hoc analizu su ili Bonferronijeva korekcija ili Tukeyjeva HSD metoda (Goeman i Solari, 2021.).



Image: Static sector Image: Static sector <th< th=""><th>e Edit View</th><th>Data Transform</th><th>Analyze Graphs Utilities Extension</th><th>s <u>W</u>indow <u>H</u>elp</th><th></th><th>Testing 1</th><th></th><th></th><th></th><th></th></th<>	e Edit View	Data Transform	Analyze Graphs Utilities Extension	s <u>W</u> indow <u>H</u> elp		Testing 1				
Image: Polymer Properties Participate Statistics Part Var <			Meta Analysis >		Search ap	Dire-Way ANOVA			×	le: 2 of 2 Varial
 Compare Mans and Proportions General Linear Model General Linear Models General Modelina Ge	🚴 Route	DeliveryTime 2 2 3 2	Descriptive Statistics > Bayesian Statistics > Tables >	var var	var var			Dependent List:	Contrasts Post Hoc Options	var v
11 2 2 Edgession Image: Status		1 2 2 2 2 2 3 2 1 2 2 2 3 2 3 2 1 2 1 2	Compare Means and Proportions > General Linear Model > Generalized Linear Models > Mixed Models > Correlate > Compare Means and Proportions > Compare Means and Prop	Means One-Sample T Test Independent-Sample Summary Independe Paired-Samples T Te	 s T Test nt-Samples T Test ₂st		*	Eactor	Sources-	
14 2 2 Classify Simulation Classify Simulation	1 2 3	2 2 3 2 1 2	Loglinear > Neural Networks >	One-Sample Proport	ions]	OK Paste	Route Estimate effect size for overall tests Reset Cancel Help		
1 2 Scile > Equil Vrainces Assumd 19 1 2 Forecasting > Image: Solid So	4 5 3	2 2 3 2 1 2	Classify > Dimension Reduction >	Independent-Sample	s Proportions		Cone-Way ANOVA	Post Hoc Multiple Comparisons		×
0 2 1 2 Stork Compatibility Duringtt 1 3 2 Multiple Response Stork Stork Control Catigory. Stork 2 1 2 Multiple Response Stork Stork Stork Control Catigory. Stork 3 2 2 Multiple Imputation RE-G-W F Storker's Cathod © - Cathod © 2-stord © - Cathod </td <td>7 3 9</td> <td>2 2 3 2 1 2</td> <td>Scale > Nonparametric Tests ></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Equal Variances /</td> <td>Assumed</td> <td>or Ratio</td> <td></td>	7 3 9	2 2 3 2 1 2	Scale > Nonparametric Tests >				Equal Variances /	Assumed	or Ratio	
23 2 2 2 Missing Value Analysis BE-G-WF [] tochhorg's G72 Test RE-G-WF [] dochorg's G72 Test RE-G-WF [] dochorg's G72 Camplex 44 43 42 RE-G-WF [] tochorg's G72 Test RE-G-WF [] Capted @ < Control @ > Cogtrol	0 : 1 : 2 :	2 2 3 2 1 2	Survival > Multiple Response >				Sidak	Tukey's-b Dunngtt Duncan Control Category	Lant	
16 2 Complex Samples Equal Variances Nor Assumed 77 3 2 Bis mulation ☐ Targhane's T2 _ Dunnet's T2 _ D	3	2 2 3 2 1 2	I Missing Value Analysis Multiple Imputation >				B-E-G-W F R-E-G-W Ω	☐ Hochberg's GT2 Test ☐ Gabriel ● 2-sided ● <	Control © > Cont	Ion
29 2 2 Social and Temporal Modeling. > Null Hypothesis test	5 7	2 2 2 3 2 1 2 2	Complex Samples >				Equal Variances M	lot Assumed □Dunnett's T2 □Games-Howell	Dynnett's C	
O Use the same significance level lighting > O Use the same significance level lighting in Options O Search the same significance level lighting in the text		2 2	Quality Control Spatial and Temporal Modeling Direct Marketing				Null Hypothesis to	ist significance level (alpha) as the setting in mificance level (alpha) for the post hoc tes	Options	

Slika 4.46Postavke za ANOVA analizu.

Rezultati naše analize pokazuju da je naša *F*-statistička vrednost 11,173 (više vrednosti ukazuju na više varijacija između grupa) i *p*-vrednost <0,001, što znači da je naša nulta hipoteza odbačena (vidi sliku 7.19). Budući da postoji značajna razlika između tri rute (<0,001), post hoc test u našem slučaju je takođe valjan (George & Mallery, 2022). Nakon sprovođenja Bonferronijevog testa korekcije, možemo videti da su najbolje *p*-vrednosti zabeležene u slučaju rute 2 (pogledajte sliku 7.19). U izveštaju možemo zaključiti da je "postojala značajna razlika u izboru rute isporuke u korelaciji s vremenom isporuke (1-way ANOVA, *F* =11,173, *df* = 47, *p*-vrednost = <0,001). Ruta 2 imala je najbolje rezultate vremena isporuke."

								Mult	iple Compa	risons		
						Depende Bonferror	nt Variable: ni	Delivery Time				
		ANOVA				(I) Route	(J) Route	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confide Lower Bound	ence Interval Upper Bound
Delivery Time						1	2	-1,4250	,3040	<,001	-2,181	-,669
	Sum of		. r				3	-,5500	,3040	,231	-1,306	,206
	Squares	df	Mean Square	F	Sig.	2	1	1,4250	,3040	<,001	,669	2,181
Between Groups	16,527	2	8,263	11,173	<,001		3	,8750	,3040	,018	,119	1,631
Within Groups	33,280	45	,740			3	1	,5500	,3040	,231	-,206	1,306
Total	49,807	47					2	-,8750	,3040	,018	-1,631	-,119

Post Hoc Tests





Zaključujemo ovo poglavlje knjige uz razumevanje da smo u ovom poglavlju pokrili neke od uobičajenih testova. Postoje i drugi testovi, kao što je ANOVA ponovljenih merenja, testovi pouzdanosti i testovi osetljivosti, koji se takođe mogu modelirati i analizirati pomoću softvera SPSS. Ovi dodatni testovi pružaju širi raspon alata za analizu podataka i daju korisne uvide u različita istraživanja i praktične primene.

Literatura 7. poglavlja

- Andersen, A.J. & Dennison, J.R. (2018). An Introduction to Quantile-Quantile Plots for the Experimental Physicist. Journal Articles, 51.
- Garth, A. (2008). Analysing data using SPSS [available at: https://students.shu.ac.uk/lits/it/documents/pdf/analysing_data_using_spss.pdf, access October 26, 2023]
- George, D. & Mallery, P. (2022). IBM SPSS Statistics 27 Stet by Step: A Simple Guide and Reference, 17TH edition, Abingdon: Routledge
- Ghasemi, A. & Zahediasl, S. (2012). Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians. International Journal of Endocrinology and Metabolism, 10(2), pp. 486-489.
- Goeman, J.J. & Solari, A. (2021). Comparing Three Groups. The American Statistician, 76(2), pp. 168-176
- IBM (2021). IBM SPSS Statistics 28 Brief [available at: https://www.ibm.com/docs/en/SSLVMB_28.0.0/pdf/IBM_SPSS_Statistics_Brief_Guide. pdf, access October 26, 2023]
- Janse, R.J., Hoekstra, T., Jager, K.J., Zoccali, C., Tripepi, G., Dekker, F.W. & van Diepen, M. (2021). Conducting correlation analysis: important limitations and pitfalls, 14(11), pp. 2332-2337.
- Kim, T.K. (2015). T test as a parametric statistic. Korean Journal of Anesthesiology, 68(6), pp. 540-546
- Landau, S. & Everitt, B.S. (2004). A Handbook of Statistical Analyses using SPSS, 1st edition, London: Chapman & Hall/CRC
- McClure, P. (2005). Correlation Statistics Review of the Basics and Some Common Pitfalls. Journal of Hand Therapy, 18(3), pp. 378-380



- Mishra, P., Singh, U., Pandey, C.M., Mishra, P. & Pandey, G. (2019). Application of Student's t-test, Analysis of Variance, and Covariance. Annals of Cardiac Anesthesia, 22(4), pp. 407-411
- Turhan, N.S. (2020). Karl Pearson's chi-square tests. Educational Research and Reviews, 15(9), pp. 575-580
- Williamson, M. (b.d.). Data Analysis using SPSS [available at: https://med.und.edu/research/daccota/_files/pdfs/berdc_resource_pdfs/data_analysis _using_spss.pdf, access October 26, 2023]