

**Душан Ј. Симјановић**<sup>19</sup>

Универзитет Метрополитан, Факултет Информационих Технологија, Београд

**Бранислав М. Ранђеловић**<sup>20</sup>

Универзитет у Приштини – Косовска Митровица, Учитељски факултет у  
Призрену – Лепосавић

## КРИТЕРИЈУМИ КОЈИ УТИЧУ НА АКАДЕМСКЕ ПЕРФОРМАНСЕ ТОКОМ КОВИД-19 ПАНДЕМИЈЕ

**Сажетак:** Наставници се често суочавају са потешкоћама у наставном процесу, посебно током пандемије када ни студенти ни универзитети нису били у потпуности спремни за нови облик стицања знања. Употреба ИКТ је била спас у право време, омогућавајући наставак школовања. Мотивација ученика, као и личност наставника такође играју важну улогу у процесу учења. У овом раду коришћен је Аналитички Хијерархијски Процес (АХП) у сврху рангирања критеријума и подкритеријума који утичу на наставне активности, а наш фокус је, на основу добијених појединачних тежина подкритеријума, на карактерним особинама наставника, као што су ентузијазам, динамичност и љубазност, као и вештина писања и усмено излагање и мотивисаност ученика да редовно похађају наставу. Интерактивне лекције, тестови и испити, због најмањих добијених вредности тежина, немају велики утицај на квалитет наставног процеса.

**Кључне речи:** Аналитички хијерархијски процес, евалуација учинка наставног процеса, пандемија КОВИД-19, Информационе и комуникационе технологије.

### УВОД

Тренутна КОВИД-19 пандемија утицала је на све аспекте људског живота: многи људи су због ограничених могућности транспорта имали потешкоћа да оду на посао или у школу (Alam, Benaida 2020), здравствени системи су често били преоптерећени, развој економије је нагло опао уз могућност недовољне безбедности банкарских и трговинских система, условљавајући људе да прихвате нову нормалност. Једна од највише погођених група су студенти и наставници јер су, због скоро моменталног затварања школа и универзитета морали да се прилагоде онлајн учењу и настави (Oreshin et al. 2020). Иако углавном недовољно припремљени, са недовољним људским и техничким капацитетима за учење на даљину,

<sup>19</sup>[dusan.simjanovic@metropolitan.ac.rs](mailto:dusan.simjanovic@metropolitan.ac.rs)

<sup>20</sup>[branislav.randjelovic@pr.ac.rs](mailto:branislav.randjelovic@pr.ac.rs)

школе и универзитети су се прилагодили новонасталој ситуацији, извлачећи максимум од својих запослених и не дозвољавајући студентима да губе часове. Коришћењем Информационо-комуникационих Технологија (ИКТ) у настави, кроз интерактивне лекције, филмове и презентације, наставници су били у могућности да пренесу, а ученици да усвоје неопходна знања. Примена најновијих алата паметне технологије довела је до трансформације традиционалног система учења, благо мењајући радне навике и наставне методе (Kinshuk et al. 2016; Alhabeeb, Rowley, 2018), као и до проширења кутка за учење, што омогућава студентима да уче било где и било када, у учионици или код куће (Wang 2011; Gros 2016; Rohayani, Sharipuddin 2015). Више о употреби модерних технологија у настави може се видети у радовима (Aguaded-Ramirez 2017; Bajaj, Sharma 2018). Овиме се може доћи до нових наставних могућности, увођења нових онлајн курсева (Jauković Jocić et al. 2020), употребе различитих педагошких стратегија и повећања креативности студената (Klaif, Farid 2018).

## КРИТЕРИЈУМИ ЗА ОЦЕЊИВАЊЕ НАСТАВНОГ ПРОЦЕСА

Како само неки елементи наставе као што су садржај лекције, ангажовање ученика или квалитетан рад наставника не могу дати потпун увид у квалитет наставног процеса, а процена квалитета наставе често не може да се опише једноставним нумеричким оцењивањем, дефинисали смо критеријуме који утичу на квалитет наставног процеса и представили их у Табели 1 (Alblihed et al. 2022; Chen et al. 2015; Sun et al. 2021). Почетни критеријуми су одређени из постојеће литературе, а затим су аутори, уважавајући мишљење троје експерата са вишедеценијским искуством у настави из области рачунарских наука, педагогије и математике, одабрали и рангирани подкритеријуме.

Мишљења која су прикупљена од стручњака из поменутих области, рангирање подкритеријума, као и закључци до којих су аутори дошли, могу бити од користи свима који желе да унапреде наставни процес.

*Табела 1. Критеријуми за оцењивање наставног процеса у време пандемије*

<b>Личност наставника - Н</b>	<b>Мотивација - М</b>	<b>Интерактивни систем - И</b>
Н1- Наставник је ентузијаста, динамичан и културан	М1- Студент је мотивисан да редовно похађа наставу	И1- Интерактивне лекције
Н2- Изрази које наставник користи су разумљиви и боја гласа пријатна	М2- Студент може да учи у време и на месту које њему одговарају	И2- Интерактивне вежбе после часа са повратном информацијом
Н3- Наставник је вешт у пис- меном и усменом излагању	М3- Неопходна је техничка опремљеност за онлајн учење	И3- Постојање интерактивне базе детаљно решених примера

Н4- Наставник има значајно академско знање	М4- Студент је вољан да својим колагама објасни лекцију	И4- Постојање илустративних примера којима се повезује знање са реалним животним ситуацијама
Н5- Наставник спречава разне врсте дискриминација	М5- Студент има значајну спољну подршку за учење	И5- Интерактивни испити са повратним информацијама о тачности одговора и броју освојених поена

## МЕТОДОЛОГИЈА

Способност доношења адекватних одлука које доносе предности и погодности у разним животним ситуацијама једна је од карактеристика људи. Важни елементи процеса доношења одлука су критеријуми и алтернативе, док сам процес представља одабир најбоље алтернативе међу неколико понуђених, оне која је по мишљењу доносиоца одлуке најприхватљивија. Људске одлуке које укључују преференције су често нејасне или неизвесне јер се често избор алтернативе врши под окружењем сложених и непотпуних информација. Повећањем сложености система расту и неизвесност проблема и несигурност људског размишљања, па је јасна потреба за системом који пружа поуздано и прецизно решење, а истовремено се бави непотпуним и несигурним информацијама. Класични системи одлучивања и доношења одлука примењују се под окриљем потпуних и одређених информација, али њиховом применом није увек могуће обезбедити тачно решење сложених проблема, нарочито у разним околностима и ситуацијама реалног живота. Како би се добило оптимално решење датог проблема уводи се фази концепт доношења одлука чија се предност огледа у раду са непотпуним, нејасним и делимично познатим информацијама.

Проблем одабира најбоље процене код критеријума или фактора може се остварити применом метода вишекритеријумског одлучивања који имају значајну улогу у свим животним сферама. Аналитички Хијерархијски Процес (АХП) је вишекритеријумски метод (Saaty 1980) који је због коришћења природних бројева за описивање утицаја критеријума често коришћен и за испитивање образовног система (Wang et al. 2021, Тоan et al. 2021). Овај метод, заснован на четири аксиоме: Аксиома реципроцитета, Аксиома хомогености, Аксиома зависности и Аксиома очекивања, има за циљ разлагање сложеног проблема у хијерархијску структуру са циљем на врху и критеријумима, подкритеријумима и алтернативана на наредним нивоима. Тиме се, спровођењем упоређивања у пару, поштујући смер одозго наниже, утврђују најзначајнији фактори као и утицај и надмоћ једног фактора у поређењу са другима. Са укупно  $n(n - 1)/2$  упоређивања добија се матрица поређења  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ . Како је општеприхваћено мишљење да није могуће упоређивати више од 7 објеката истовремено (Pamučar et al. 2011), користи

се симетрична Сатијева скала од 17 вредности, са најмањом вредношћу 1/9 и највећом 9 (Saaty 2008):

$$\left\{ 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}, \frac{1}{9} \right\} \quad (1)$$

Могу се користити и друге скале, рецимо она дефинисана у (Ma, Zheng 2011).

Ниво релативне важности утицаја/приоритета једног критеријума у односу на други може се описати природним бројевима: 1= Једнака важност; 3= Умерена важност; 5= Јака важност; 7= Веома јака важност; 9= Екстремна важност; 2, 4, 6 и 8 представљају међувредности које се користе када је потребан консензус. Како би се одржала тражена прецизност, конзистентност процена добијених од доносиоца одлука, због њихове могуће субјективности, мора стално да се проверава.

Метод АХП омогућава праћење конзистентности процена поређења по паровима. Коришћењем индекса конзистенције

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1}, \quad (2)$$

где  $\lambda_{\max}$  представља највећу сопствену вредност матрице поређења  $A = (a_{ij})_{n \times n}$ , испитује се однос конзистенције

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3)$$

где је  $RI$  случајни индекс (Табела2) који зависи од димензије матрице  $A$ .

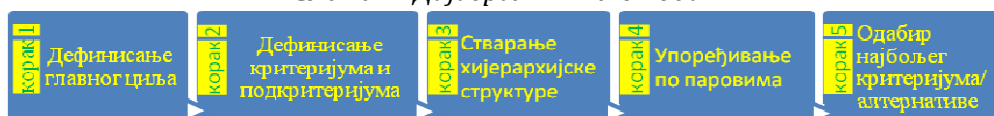
Табела 2. Вредности случајног индекса

Димензија матрице	три	четир и	пет	шест	седам	осам	девет	десет
$RI$	0,58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

За мерење конзистенције процене посматра се вредност  $\lambda_{\max} - n$ . Што је вредност  $\lambda_{\max}$  ближа  $n$ , процена је конзистентнија. Ако за матрицу поређења  $A = (a_{ij})_{n \times n}$  важи да је  $CR < 10\%$ , процене релативних важности критеријума се прихватају, док у супротном треба пронаћи разлоге високе вредности  $CR$ , отклонити их делимичним понављањем поређења по паровима и поновити цео процес (Milošević et al. 2020).

На Слици 1 је представљен дијаграм тока Аналитичког Хијерархијског процеса.

Слика 1. Дијаграм АХП метода



## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

У овом поглављу прво испитујемо рангирање главних критеријума, након чега рангирамо све подкритеријуме. Матрице поређења су креиране на основу мишљења експерата из области математике, рачунарских наука и педагогије. За све критеријуме и подкритеријуме направљена је хијерархијска шема и проверавана конзистентност матрица.

У наредној табели (Табела 3) су представљени рангирање главних критеријума и њихове тежине. Матрица је конзистентна јер је вредност  $CR = 0.007938 < 0.1$ .

**Табела 3.** Рангирање критеријума и њихове тежине

	Н	М	И	$T_k$
Н	1	2	3	0.538961
М	1/2	1	2	0.297258
И	1/3	1/2	1	0.163781

Матрице поређења које одговарају подкритеријумима и њихове тежине добијене применом АХП метода приказане су у Табелама 4-6. За сваки подкритеријум израчунати су индекс конзистенције  $CI$  и однос конзистенције  $CR$ :

- За подкритеријум Н добијају се вредности  $CI = 0.024566$ ,  $CR = 0.021934$
- За подкритеријум М добијају се вредности  $CI = 0.003319$ ,  $CR = 0.002963$
- За подкритеријум И добијају се вредности  $CI = 0.017081$ ,  $CR = 0.015251$ ,

чиме је показано да су све матрице конзистентне.

**Табела 4.** Матрица поређења и тежине подкритеријума Н

Н	Н1	Н3	Н2	Н4	Н5	$T_{pk}$
Н1	1	2	3	5	6	0.424055
Н3	1/2	1	2	4	5	0.271662
Н2	1/3	1/2	1	3	4	0.174888
Н4	1/5	1/4	1/3	1	2	0.078004
Н5	1/6	1/5	1/4	1/2	1	0.051392

**Табела 5. Матрица поређења и тежине подкритеријума М**

М	М1	М3	М2	М4	М5	Тпк
М1	1	1	2	3	3	0.312982
М3	1	1	2	3	3	0.312982
М2	1/2	1/2	1	2	2	0.176491
М4	1/3	1/3	1/2	1	1	0.098772
М5	1/3	1/3	1/2	1	1	0.098772

**Табела 6. Матрица поређења и тежине подкритеријума И**

И	И4	И3	И2	И1	И5	Тпк
И4	1	2	3	4	5	0.416212
И3	1/2	1	2	3	4	0.261788
И2	1/3	1/2	1	2	3	0.16105
И1	1/4	1/3	1/2	1	2	0.098573
И5	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0.062376

На наредној Слици 2 је приказано рангирање подкритеријума у оквиру сваке групе. У првој групи Н највећу тежину има подкритеријум Н1 који се односи на личне особине наставника, ентузијастичност и динамичност, оне које су главни терач ученика да редовно раде и уче, док је најслабије рангиран подкритеријум Н5 који се односи на смањивање разних врста дискриминације. Два подкритеријума М1 и М2 који показују да је студент мотивисан да редовно похађа наставу и да може да учи у време и на месту које њему одговарају, најбоље су ранжирани из групе М, док су спољна подршка за учење и жеља да се са колегама обнове важни појмови и објасне нејасноће најмање важни подкритеријуми из ове групе. Повезивање теоретског знања са примерима из реалног живота је прворанжирани подкритеријум групе И, док се потоњи на листи тиче интерактивних испита са повратним информацијама о тачности одговора.

**Слика 2. Тежине подкритеријума**



На Слици 3 је приказано коначно рангирање подкритеријума добијено тако што се тежина подкритеријума у свакој групи множи са тежином групе којој подкритеријум припада.

Слика 3. Коначно рангирање подкритеријума



Коришћење различитих приступа, теоријских и емпиријских, за одређивање критеријума за онлајн образовање доприноси процесу учења, нарочито у време пандемије (Butnaru et al. 2021, Gopal et al. 2021). Тема овога рада су три групе критеријума објашњавајући личне особине наставника, мотивацију студената и интерактивни систем. Добијени резултати приказани на Слици 3 по којима су највише ранжирани критеријуми H1, H3 и H2 донекле су очекивани ако се зна да је наставник иницијатор свих активности учења, мотиватор у тешким задацима, презентер идеја, добар пример како се ради са ученицима, или укратко, *spiritus movens*. До сличних закључака су дошли и аутори (Graham et al. 2020) који наставу карактеришу као вишедимензионалну активност подржану сталним професионалним учењем и подршком, и чије је мишљење да не постоји статистички значајна разлика у квалитету рада наставника ако се у обзир узме дужина радног стажа. Такође, студент мора да буде мотивисан за учење и да има одговарајућу техничку опрему за учење у време пандемије, што је представљено подкритеријумима M1 и M3. У (Naveed et al. 2020) мотивација студената је осредње важан фактор у процесу е-учења, док је техничка опремљеност, супротно резултатима овог рада, један од најмање важних услова за успешно одвијање онлајн наставе. Фокусиран на труд и учење, са великим интересовањем за студирање, ако га претходно мотивише наставник, ученик/студент ће ефикасно савладати наставни материјал. На дну лествице, са најмање значаја за образовни систем, налазе се интерактивни испити, интерактивне лекције и вежбања, означени са I2, I1 и I5.

## ЗАКЉУЧАК

Тренутна пандемија је оставила последице на све аспекте живота, укључујући образовање и активности учења. Одређене неугодне ситуације као што су изолација и закључавање утрле су пут учењу на даљину и онлајн часовима, замењујући традиционалну наставу онлајн курсевима. У овом раду, коришћењем Аналитичког Хијерархијског Процеса, приказан је могући приступ за одређивање, разматрање и анализу критеријума који утичу на образовне системе и наставни процес. Од петнаест подкритеријума подељених у три групе, ентузијазам наставника, динамичност и учтивост, као и стручност у писменом и усменом изражавању најважнији су за успешно спровођење процеса учења. Личне карактеристике предавача су често снажан мотив, јер ангажовање и лични пример остављају најбољи утисак на студенте повећавајући и ојачавајући њихову жељу за учењем. Високо мотивисани и добро усмерени ученици ће лако превазићи већину препрека и савладати радне задатке. Закључци добијени у овом раду, разматрани критеријуми и подкритеријуми, као и њихово рангирање, могу бити од користи руководећим структурама школа и универзитета као главни показатељ смера у коме треба да се развија наставни процес. Културан и стручан наставник који је притом пун ентузијазма и жеље за радом и подучавањем, за стварањем вредних и марљивих младих нараштаја, свакако ће представљати добар пример ученицима и бити важан фактор који ђаке успешно води путем сазнања помажући им да лакше премосте све препреке на том путу. Незаменљивост „живе“ речи јасно указује да лакоћа којом неки наставници преносе знање може побољшати успех ученика. Висок степен мотивисаности код ученика повећава ниво разумевања градива, сигурност у рад и своје способности као и истрајност у учењу, што свакако може послужити као кључни фактор савремене наставе. Подкритеријуми са најмање утицаја на наставни процес тичу се интерактивних лекција, вежбања и испита.

Резултати овога рада представљају полазну тачку за наша даља истраживања у области образовања. У зависности од вида наставе: традиционалног, онлајн или комбинованог модела учења, пандемије или регуларног стања, планирамо да додамо или уклонимо неке критеријуме/подкритеријуме, а све у договору са стручњацима из области образовања.

Иако приказани метод пружа увид у потенцијални развој поља образовања, постоје ограничења овог рада, која могу довести до напретка у будућем истраживању. Наиме, користили смо АХП због своје *top-down* структуре и поређења једног критеријума са свим критеријумима наредног нивоа, што може довести до неупоредивих подкритеријума. Овај недостатак се може превазићи коришћењем *Analytic Network Process*-а (ANP) у коме су критеријуми, подкритеријуми и алтернативе



представљени као чворови, груписани у кластере, омогућавајући им упоређивање све док међу њима постоји веза. Наставак овога рада може ићи у смеру примене разних метода вишекритеријумског одлучивања: Фази АХП, Проширени АХП, ТОПСИС, ВИКОР, и других, уз примену Питагорејских, Интуicionистичких или Сферичних бројева.

## ЛИТЕРАТУРА

- Alam, T., Benaida, M. *Blockchain and Internet of Things in Higher Education*. Universal Journal of Educational Research, 8(5), (2020): 2164-2174.
- Oreshin S., Filchenkov, A., Kozlova, D., Petrusha, P., Lisitsyna, L., Panfilov, A., Glukhov, I., Krashennnikov, E., Buraya, K. *The Use of Students' Digital Portraits in Creating Smart Higher Education: A Case Study of the AI Benefits in Analyzing Educational and Social Media Data*. In: Uskov, V., Howlett, R., Jain, L (eds) Smart Education and e-Learning 2020, Vol. 188, 233-243, Springer, Singapore.
- Kinshuk, Chen, N.-Sh., Cheng, I-L., Chew, S.W. *Evolution is not enough: Revolutionizing current learning environments to smart learning environments*. Int. J. Artif. Intell. Educ., 26(2), (2016): 561-581.
- Alhabeeb, A., Rowley, J., *E-learning critical success factors: Comparing perspectives from academic staff and students*. Comput. Educ., 127 (2018): 1-12.
- Wang, T.-H. *Developing Web-based assessment strategies for facilitating junior high school students to perform self-regulated learning in an e-Learning environment*. Comput. Educ., 57 (2), (2011): 801-1812.
- Gros, B. *The design of smart educational environments*. Smart Learning Environment, 3(15) (2016).
- Rohayani A.H.H., Sharipuddin, K. *A Literature Review: Readiness Factors to Measuring e-Learning Readiness in Higher Education*. Procedia Comput. Sci., 59 (2015): 230-234.
- Aguaded-Ramirez, E. *Smart City and Intercultural Education*. Procedia Soc Behav Sci., 237 (2017): 326-333
- Bajaj, R, Sharma, V. *Smart Education with artificial intelligence based determination of learning styles*. Procedia Comput. Sci., 132 (2018): 834-842.
- Jaukovic Jovic, K., Jovic, G., Karabasevic, D., Popovic, G., Stanujkic, D., Zavadskas, E.K., Nguyen, P.T. *A Novel Integrated PIPRECIA-Interval-Valued Triangular Fuzzy ARAS Model: E-Learning Course Selection*. Symmetry, 12 (2020): 928.
- Klaif, Z.N., Farid, Sh. *Transforming learning for the smart learning paradigm: lessons learned from the Palestinian initiative*. Smart Learning Environments, 5 (2018): 12.
- Alblihed, M.A.A., Syed, M., Albrakati, A., Eldehn, A.F., Ali, Sh.A.A, Al-Hazani, T., Albarakati, M.A.D., Al-sharif, A., Albarakati, A.J.A, Elmahallawy, E.K. *The Effectiveness of Online Education in Basic Medical Sciences Courses during the COVID-19 Pandemic in Saudi Arabia: Cross-Sectional Study*. Sustainability, 14 (2022): 224.
- Chen, J.-F., Hsieh, H.-N., Do, Q.H. *An Evaluation of Teaching Performance: The Fuzzy AHP and Comprehensive Evaluation Approach*. Applied Soft Computing, 28 (2015): 100-108.
- Sun, X., Cai, Ch., Pan, S., Bao, N., Liu, N. *A University Teachers' Teaching Performance Evaluation Method Based on Type-II Fuzzy Sets*. Mathematics, 9 (2021): 2126.
- Saaty T. L., *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, (1980), New York.

- Wang, X.-Y., Li, G., Tu, J.-F., Khuyen, N.Th.T., Chang, Ch.-Y. *Sustainable Education Using New Communication Technology: Assessment with Analytical Hierarchy Process (AHP)*. *Sustainability*, 13 (2021): 9640
- Toan, Ph.N., Dang, Th.-T., Hong, Le, T.Th. *E-Learning Platform Assessment and Selection Using Two-Stage Multi-Criteria Decision-Making Approach with Grey Theory: A Case Study in Vietnam*. *Mathematics*, 9 (2021): 3136.
- Pamučar, D., Ćirović, G., Sekulović, D., Ilić, A. *A new fuzzy mathematical model for multi criteria decision-making: An application of fuzzy mathematical model in a SWOT analysis*. *Sci. Res. Essays*, 6 (2011): 5374–5386
- Saaty, T.L. *Decision making with the analytic hierarchy process*, *Int. J. Services Sciences*, 1 (2008): 83-98.
- Ma, D., Zheng, X. 9/9–9/1 scale method of the AHP. *Proceedings of the 2nd International Symposium on the AHP*, Pittsburgh, 1991, 197–202
- Milošević, D.M., Milošević, M.R., Simjanović, D.J. *Implementation of Adjusted Fuzzy AHP Method in the Assessment for Reuse of Industrial Buildings*. *Mathematics*, 8, (2020): 1697.
- Butnaru, G.I., Niță, V., Anichiti, A., Brînză, G. *The Effectiveness of Online Education during Covid 19 Pandemic—A Comparative Analysis between the Perceptions of Academic Students and High School Students from Romania*. *Sustainability*, 13 (2021): 5311.
- Gopal, R., Singh, V., Aggarwal, A. *Impact of online classes on the satisfaction and performance of students during the pandemic period of COVID 19*. *Educ. Inf. Technol.*, 26 (2021): 6923–6947.
- Graham, L.J., White, S.L.J., Cologon, K., Pianta, R.C. *Do teachers' years of experience make a difference in the quality of teaching?* *Teaching and Teacher Education*, 96 (2020) 103190.
- Naveed, Q.N., Qureshi, M.R.N., Tairan N., Mohammad, Shaikh, A., Alsayed, A.O., Shah, A., Alotaibi, F.M. *Evaluating critical success factors in implementing E-learning system using multicriteria decision-making*. *PLOS ONE* 15 (5), 0231465.

## CRITERIA AFFECTING ACADEMIC PERFORMANCE DURING THE COVID-19 PANDEMIC

**Abstract:** Teachers often face difficulties in the teaching process, especially during a pandemic when neither students nor universities were fully prepared for the new form of knowledge acquisition. The use of ICT was a lifeline at the right time, enabling them to continue their education. Student motivation, as well as the teacher's personality, also play an important role in the learning process. This paper uses the Analytical Hierarchy (AHP) process to rank the criteria and sub-criteria that affect teaching activities, and our focus is on the character traits of teachers, such as enthusiasm, dynamism, and kindness, as well as writing skills and oral presentation and motivation of students to attend classes regularly.

**Key words:** analytical hierarchy process, teaching performance evaluation, pandemic COVID-19, information, and communication technology..