

Fabrikazio gehigarria medikuntza aplikazioetan: joera zientifiko eta teknologikoen zaintza

Additive Manufacturing in Medical Applications:
monitoring scientific and technological trends

*Izaskun Alvarez Meaza**, *Enara Zarrabeitia Bilbao*, *Itziar Martinez de Alegria Mancisidor*, *Itsaso Otaño Michelena*

Bilboko Ingeniaritza Eskola (UPV/EHU)

LABURPENA: Medikuntza aplikazioetara bideratutako fabrikazio gehigarriak (MABIFAG) osasun-industria erabat eraldatzeko gaitasuna dauka, eta horrek zientzia eta teknologia munduan hazkunde nabari bat egotera eraman du. Artikulu honen helburua da MABIFAGaren ikerketa egoera ebaluatzea eta zientzia eta teknologia patroiak identifikatzea. Web of Science (WoS) datu-basea eta PatSeer patente datu-basea erabiliz ikerketa esparruak garatu eta bistaratu dira, analizatuz argitalpen urteak, herrialde, aldizkari eta erakunde garrantzitsuenak, gehien aipatu diren artikulua eta teknologia-jardueren bideak. Emaitza orokorrekin azaltzen dute MABIFAG azkar eskuratzeko ari dela areta zientzia ekoizpenean. Ikerketa lanak nagusiki AEBn kontzentratzen dira, eta hangoak dira artikulua gehien argitaratzen dituzten aldizkariak eta gehien aipatu den artikulua ere. Bestalde, artikulua gehien dituzten erakundeak Txina, Singapur eta Hego Koreakoak dira. Patenteen analisiak erakusten du merkatu estrategia AEB, Txina eta Alemaniara bideratuta dagoela, eta onuradun garrantzitsuenak entzumen-osasuna eta hortzetako protesien sektoreetan aritzen direla. «3D print», «In-vitro», «rapid prototype», «scaffold», «tissue», «mesenchymal stem-cells» eta halako terminoek osatzen dute zientziaren panorama intelektualak.

HITZ GAKOAK: fabrikazio gehigarria, medikuntza aplikazioak, zientzia-neurkera, testu-meatzaritza, patente-neurkera.

ABSTRACT: Additive manufacturing in medical applications has the potential to radically transform the health industry, because of this; scientific output and patent activity are rapidly growing. The aim of this paper was to evaluate the research status of additive manufacturing in medical applications and identify its scientific and technological patterns in order to improve the approved research of these technologies. Visualizations have been made from Web Of Science (WoS) publication data and patent data from PatSeer that allow us to understand the field of research; publication year, top countries, journal and organizations. Moreover, a patent analysis has been carried out to define the path of the technology activities. Global results reveal that additive manufacturing in medical applications is rapidly acquiring attention in scientific production. Research concentration is mainly in USA, the institutions with more publications are from Chin, Singapore and South Korea. Regarding patents, the main countries of patent assignees are USA, China and Germany. The intellectual landscape is formed by very general terms, such as. «3D print», «In-vitro», «rapid prototype», «scaffold», «tissue», «mesenchymal stem-cells», among others, are also being studied.

KEYWORDS: additive manufacturing, medical applications, scientometric, text mining, patentometric).

* **Harremanetan jartzeko / Corresponding author:** Izaskun Alvarez Meaza, Enpresen Antolakuntza Saila, Bilboko Ingeniaritza Eskola, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Torres Quevedo Ingeniariaren enparantza, 1, 48013 Bilbo, Euskal Herria. – izaskun.alvarez@ehu.eus – <http://orcid.org/0000-0002-2110-0719>.

Nola aipatu / How to cite: Alvarez Meaza, Izaskun; Zarrabeitia Bilbao, Enara; Martinez de Alegria Mancisidor, Itziar; Otaño Michelena, Itsaso (2019). «Fabrikazio gehigarria medikuntza aplikazioetan: joera zientifiko eta teknologikoen zaintza»; *Ekaia*, 35, 2019, 21-40. (<https://doi.org/10.1387/ekaia.19855>).

Jasoa: 1 ekaina, 2018; Onartua: 5 azaroa, 2018.

ISSN 0214-9001 - eISSN 2444-3255 / © 2019 UPV/EHU



Obra hau Creative Commons Atribución 4.0 Internacional-en lizentziapenean dago

1. SARRERA

Azken hamarkadetan zehar, teknika eta teknologia berri ugari agertu dira manufaktura-industriaren munduan. Horien artean, etengabe hazten ari den teknologietako bat fabrikazio gehigarria da, 1980ko hamarkada bukaeraren sortu zena [1].

ASTM F42 nazioarteko batzorde teknologikoak honela definitzen du additive manufacturing (AM) edo fabrikazio gehigarria: «the process of joining materials to make objects from 3D model data, usually layer upon layer, as opposed to subtractive manufacturing methodologies»; hau da, hiru dimentsioko (3D) eredu datuetatik abiatuta objektuak eraikitzekeo prozesuan datza, eta materiala kentzean oinarritzen diren metodologiak ez bezala, materiala geruzaz-geruza gehituz egiten da [2].

Azken 20 urteetan, arlo honen inguruko lehen ikerketa-txostena agertu zenetik, gero eta arreta handiagoa eskaini zaio fabrikazio gehigarriari, eta, zehazki, azken urteetan, teknologia horren inguruko ikerketak gero eta ugariagoak izan dira [1]. Hala ere, arestiko urteetan ikerlan esanguratsu ugari egin diren arren, fabrikazio gehigarriaren inguruko zientzia-neurkera aztertzen duten analisisen urritasuna dagoela sumatzen da [3].

Zientzia-neurkera aztertzen duten metodoak, azken urteetan, ikerkuntzaren jarduera ebaluatzekeo ekintza interesgarria bihurtu dira ikerkuntza komunitatean. Zientzia-neurkeraren helburu nagusia ezagutzaren eremuan sortzen ari diren joeren analisisa erraztea da. Horrez gain, ezagutzaren mapak eratu eta irudikatzea da zientzia-neurkeraren adar garrantzitsu bat [4].

Patente-estatistika, denbora luzean zehar, ekintza zientifiko eta teknologikoaren ibilbidea definitzekeo erabili izan da. Patenteak ekintza asmatzaileen informazio-iturri zehatz eta paregabea dira [5]. Griliches-ek dioenez [6], patenteak dira industriak ikerkuntza eta garapenean (I+G) duen errendimendua neurtzekeo agente garrantzitsuenak.

Bestalde, Zarrabeitiak [7] fabrikazio gehigarriaren laser teknologien inguruan egindako patenteen azterketan ondorioztatzen du Nazioarteko Patenteen Sailkapenean (NPS) A61 eremua garrantzia hartzen ari dela, medikuntza aplikazioei dagokiona, hain zuzen ere. MABIFAGek osasun-industria erabat eraldatzeko gaitasuna dauka, eta eragin ekonomiko eta gizarte-eragin handia sortuko du [8]. Horregatik, zientzia-ekoizpena eta patenteen-jarduera azkar hazten dabilta MABIFAGen.

Egoera horren berri izanik, eta arlo horrek gizakien osasunean duen garrantzi handia ikusirik, ikerlan honetan, MABIFAGen zientzia-neurkeraren analisisa zein patente-neurkeraren analisisa burutuko dira, zientziaren eta patenteen joerak aztertzekeo. Era berean, dokumentu honen

beste helburuak ikertzaileei teknologia horren inguruko ikerkuntzaren ikuspegia ulertzen laguntzea eta etorkizuneko ikerkuntza arloak identifikatzea izango dira.

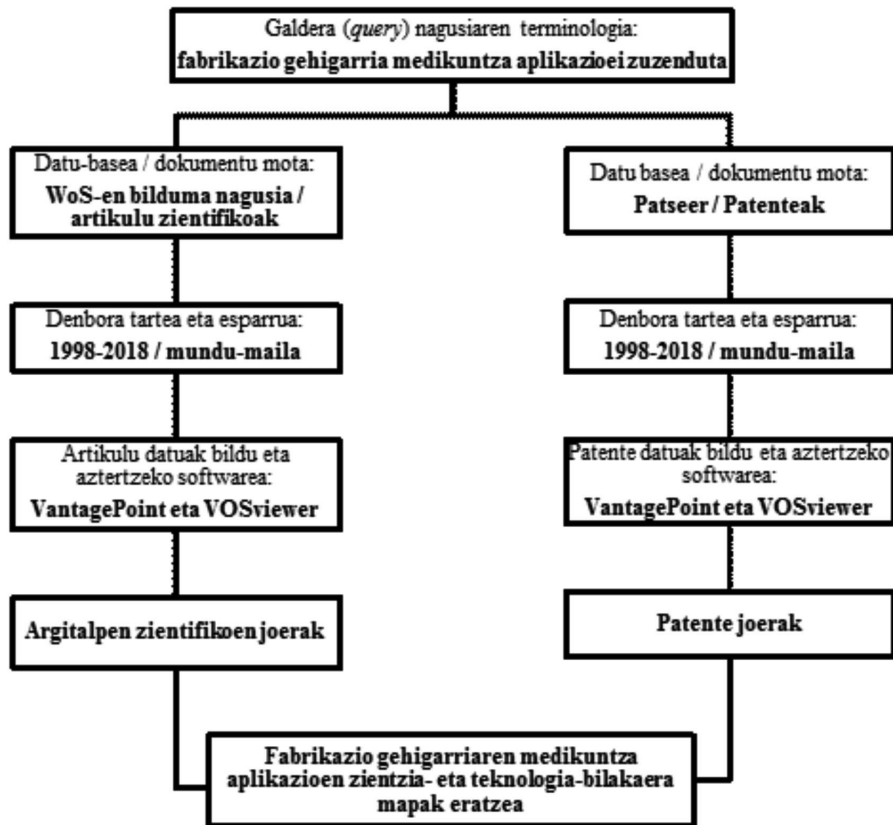
Beste modu batera esanda, prozesu hori instituzioen ingurune teknologiko eta lehiakorraren monitorizazioan datza, eta merkatu, berrikuntza, diseinu eta produktuaren garapenaren inguruko erabaketan baliagarria izatea du helburu. Izan ere, prozesu horren bidez sortutako ezagutza, ikerketarako, garapenerako eta baita berrikuntzarako ere, «abisu goiztiar» baten modukoa da erakundeentzat [9] eta, horrez gain, edozein prozesu sortzaile eta berritzailearen funtsezko zeregintzat hartzen da sarritan [10].

Hortaz, aipatutako hutsunea betetzen laguntzearen eta fabrikazio gehigarriaren medikuntza aplikazioen inguruko ikuspegi orokor bat lortzearen burutu da analisi hau. Ikerketa lan honen helburu nagusia da fabrikazio gehigarriaren inguruko zientziaren eta patenteen joeren ikuspegi orokor bat eskuratzea, medikuntza aplikazioei arreta berezia eskainiz, hain zuzen ere. Ikuspegi orokor hori lortzeko, zientzia-neurkera aztertzen duen analisi bat eta patente-neurkera aztertzen duen beste analisi bat egingo dira, besteak beste honako helburu hauek lortzeko: sortzen ari diren teknologien eremua ezagutu, zientziaren eta patenteen joerak identifikatu, eremu horretako herrialde, erakunde eta aldizkari nagusiak zeintzuk diren ezagutu eta ikerkuntzak zein norabidetan bideratzen diren identifikatzeko.

2. METODOLOGIA

Analisi honetan, 1. irudian deskribatzen den prozesu analitikoa implementatu da, ondorengo lerroetan azalduko dena.

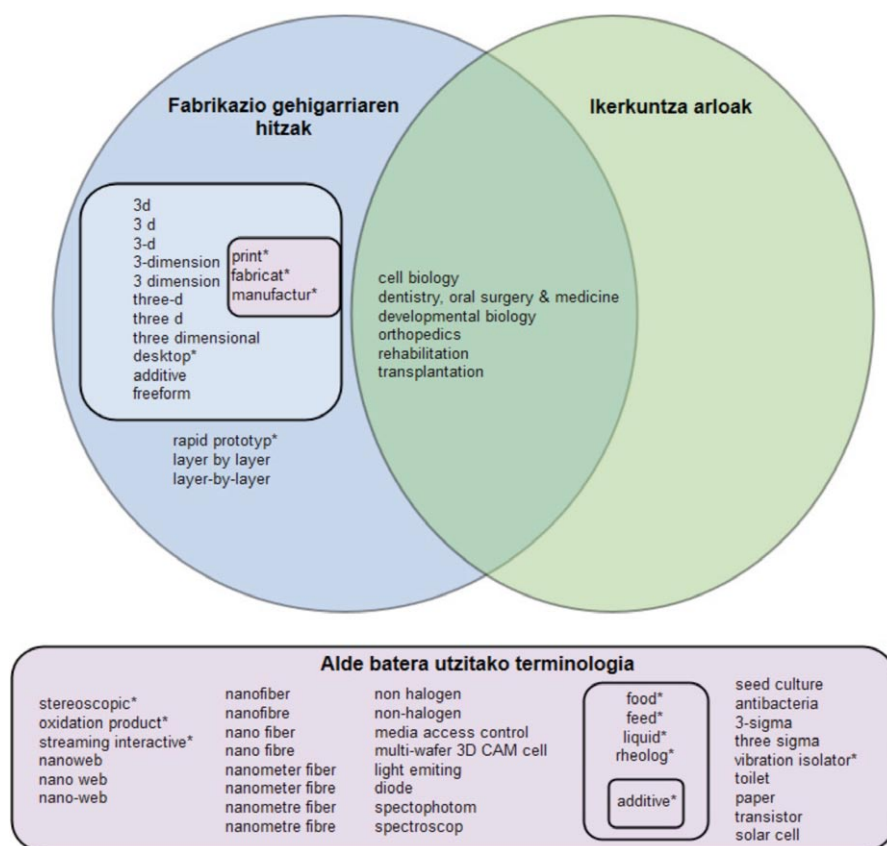
Ikerketa honetan, fabrikazio gehigarriaren medikuntza aplikazioei buruzko datuen bilketa Web Of ScienceTM (WoS) Core Collection datu-base-tik egin da, bilaketa egiteko galdera zehatz batez baliatuz. WoS datu basea 1945 urteaz geroztik edozein jakintzagaitako argitalpen zientifiko nagusien erreferentziak jasotzen dituen Web teknologian oinarritutako plataforma bat da. Mundu mailan, WoS Core Collection argitalpen zientifikoaren datu-baseen buru bihurtu da, eragin handiko 18.000 aldizkari baino gehiago baititu indizatuta.



1. irudia. Datuen bilaketa eta prozesamenduen prozesu analitikoak.

Bilaketa arrakastatsua izan dadin, bilaketa-galdera ondo definitzea oso garrantzitsua da, fabrikazio gehigarriaren teknologiek sinonimoak diren termino asko baitituzte, eta horrez gain, medikuntza aplikazioek eremu oso zabala hartzen baitute. Lan hori prozesu interaktibo bat eginez egin da. Fabrikazio gehigarriaren inguruko terminologiaren bilaketa galdera nagusi bat eratzeko, Gridlogics-ek [11] horren inguruan aurretik egindako azterlanetan oinarrituz, esparruarekin zerikusia duten termino zehatz batzuk finkatu dira, 2. irudian ikus daitezkeenak. Horrez gain, gaur egun, lotura estua dago fabrikazio gehigarriaren eta 3D inprimaketaren artean eta, ondorioz, batzuetan teknologia berbera izango balira bezala hartzen dira, nahiz eta haien artean desberdintasunak egon. Hori dela eta, 3D inprimaketa kontuan izan da bilaketa-galderan eta, horrela, bilaketaren norainokoa zabaltzeaz gain, ziurtatu da lortutako emaitzak bilatu nahi denarekin zerikusi handia izatea eta bilaketa baliogarria izatea. Horrez gain, ikus daitezkeen moduan,

emaitza zehatz batzuk baztertzeko terminologia bat ere definitu da, bilaketa-galderaren probak egin bitartean eskuzko ikuskatzeetan oinarrituz definitu dena. Halaber, galderan erabili den izartxo (*) ipintzen da hitzek izan ditzaketan aldaerak bilaketan gehitzeko; adibidez, «3d printing» eta «3d printed» bezalako aldaera posibleak kontuan izateko. Bestalde, datubasetik bildutako informazioaren hasiera urtea mugatzeko, fabrikazio gehigarrian oinarritutako lehenengo artikulua 1976. urtean argitaratu zela ikusi da. Horretan oinarrituz, 1976. urtea etapako hasiera urtetzat finkatu da eta 2018. urtea, berriz, bukaera urte gisa; horrenbestez, ikerketa gaiaren inguruan argitaratutako oro aztertu da. 1. taulan bilaketa-galderari buruzko datuak biltzen dira, eta, ikus daitekeen moduan, WoS datu-basean erabilitako galdera nagusi edo ekuazioak (ikusi 1. taula) 1.597 artikulua itzuli ditu gutzira, definitutako denbora tarterako.



Oharra: izartxoaz markatutako hitzak erro-hitzak dira; atzizki posible guztiak bilaketa-galderan barne hartuta daudela adierazten dute.

2. irudia. Datu baseko bilaketetarako galderaren terminologia.

Patente-neurkera analisiari dagokionez, azterketa PatSeer [12] datu-basearen bitartez egin da. PatSeer datu-basea munduko «full-text» patente bilduma handiena eta zehatzena duen eta online eskuragarri dagoen patenteen datu-basea eta ikerkuntza plataforma da. Aurretik deskribatu den zientzia-neurkeraren azterketa egin den modu berean, definitutako bilaketa-galderaren moldaketa bat egin da patenteen datu-base honetan bilaketa burutzeko. Patente bilaketa «full text»-en bitartez egin da, dokumentu bakoitzean agertzen diren esparru guztietan bilatuz. Modu horretan, 264 dokumentu aurkitu dira, fabrikazio gehigarriaren (medikuntza aplikazioetara zuzenduta) patente aplikazioak eta diseinuak barne hartzen direlarik (ikusi 2. taula).

1. taula. Medikuntza aplikazioetara zuzendutako fabrikazio gehigarriaren bilaketa-galdera, Web of Science (WoS) datu-basera egokituta

Gaia	Datuak
Ekuaioa edo galdera	TS = ((«three dimensional» OR 3D OR «3 D» OR 3-D OR 3-dimension* OR «3 dimension*» OR (three-d) OR («three d») OR desktop* OR additive OR freeform) NEAR/1 (print* OR fabricat* OR manufactur*) OR ((rapid) NEAR/1 (prototyp*)) OR «layer by layer» OR layer-by-layer) AND (SU = cell biology OR SU = dentistry oral surgery & medicine OR SU = developmental biology OR SU = orthopedics OR SU = rehabilitation OR SU = transplantation) NOT TS = (stereoscopic* OR «oxidation product*» OR «streaming interactive*» OR nanoweb OR «nano web» OR nano-web OR nanofiber* OR nanofibre* OR «nano fiber*» OR «nano fibre*» OR «nanometer fiber*» OR «nanometer fibre*» OR «nanometre fibre*» OR «nanometre fiber*» OR «non halogen» OR non-halogen OR «media access control» OR «multi-wafer 3D CAM cell» OR ((food* OR feed* OR liquid*) NEAR/1 (additive*)) OR «seed culture» OR antibacteria* OR 3-sigma OR «three sigma» OR ((rheolog*) NEAR/1 (additive*)) OR «vibration isolator*» OR toilet OR paper OR transistor OR «solar cell» OR «light emitting» or diode OR spectrophotom* OR spectroscop*)
Iturria	WoS
Datu-basea	Bilduma nagusia (<i>Core Collection</i>)
Denbora tartea	1976tik 2018ra
Hizkuntza	Ingelesa
Dokumentu mota	Artikuluak
Bilaketa data	2018ko maiatzak 18
Emaitzak	1597 artikulu

2. taula. Medikuntza aplikazioetara zuzendutako fabrikazio gehigarriaren bilaketa-galdera, PatSeer datu-basera egokituta

Gaia	Datuak
Ekuaioa edo galdera	<p>TAC:((three dimensional OR «3D» OR 3 D OR 3-D OR 3-dimension* OR 3 dimension* OR three-d OR three d OR desktop* OR additive OR freeform) wd2 (print* OR fabricat* OR manufactur*)) OR rapid prototyp* OR layer by layer Or layer-by-layer</p> <p style="text-align: center;">AND</p> <p>(ICGR: (A61B*) OR (A61C*) OR (A61F*) OR (A61H*) OR (A61M*) OR (A61N*) OR IC: (A61B*) OR (A61C*) OR (A61F*) OR (A61H*) OR (A61M*) OR (A61N*) OR CPC: (A61B*) OR (A61C*) OR (A61F*) OR (A61H*) OR (A61M*) OR (A61N*))</p> <p style="text-align: center;">AND NOT</p> <p>(TACD:(stereoscopic* OR oxidation product* OR streaming interactive OR nanoweb OR nano web OR nano-web OR nanofiber* OR nanofibre* OR nano fiber* OR nano fibre* OR nanometer fiber* OR nanometer fibre* OR nanometre fiber* OR nanometre fibre* OR non halogen OR non-halogen OR media access control OR multi-wafer 3D CAM cell OR ((foof* OR feed* OR liquid*)w2 additive*) OR seed culture OR antibacteria* OR 3-sigma OR three sigma OR rheolog* additive* OR vibration isolator* OR toilet OR paper OR transistor OR «solar cell» OR «light emitting» or diode OR spectophotom* OR spectroscop*))</p>
Iturria	Patseer
Datu-basea	Guztiak
Denbora tartea	1926tik 2017ra
Hizkuntza	Ingelesa
Dokumentu mota	Aplikazioak eta diseinuak
Bilaketa data	2018ko maiatzak 18
Emaitzak	264 patente

Datu horiek guztiak Vantage Point^R (VP) softwarea inportatu dira. Software hori datuen erauzketarako software bat da, zeinak landu gabeko (datu gordinak) datuen arloak identifikatzen lagundu, eta konbinazio estatistikoen bitartez emaitzak erakusten dituen. Zientzia-neurkeraren azterketa batean, ikuspegi intelektualak askotariko erakunde eta sareen bidez irudika daitezke, hala nola elkarrekin lan egiten duten autore eta erakundeak, batera gertatzen diren gako-hitzenak, aipatutako aipamen edo erreferentzienak [13]. Azterlan hori zentratu da batera azaltzen diren gako-hitzen sareak eta elka-

rekin lan egiten duten erakundeen sareak eratzean, eta informazio horrek hainbat kontzeptu zientifikoren arteko konexio intelektualen inguruan informazio esanguratsua eskaintzen du [1]. Askotan agertutako gako-hitzak eta gako-hitz Plus-ak identifikatuz, MABIFAGen joerak identifikatu dira. WoS-eko erregistroek bi gako-hitz mota barne hartzen dituzte: alde batetik egileen gako-hitzak, jatorrizko egileak zehaztutakoak; eta, bestetik, gako-hitz Plus-ak, Clarivate Analytics-ek aipatutako erreferentzien izenburuetatik ateratakoak [14]. Gako-hitz Plus-ak ordenagailu bidezko algoritmo automatiko baten bitartez sortzen dira, eta artikuluen erreferentzien izenburuetan maiz agertzen diren hitzak edo esaldiak dira, eta ez, nahitaez, artikuluen izenburuan edo autorearen gako-hitzetan agertzen direnak [15], [16]. Horrez gain, Garfield-ek [15] esaten du gako-hitz Plus-ak artikuluen edukia era sakonagoan, egokiagoan eta barietate handiagoz atzematen duela. Hortaz, gako-hitzen bat etortzean sareak eratzeke VOSviewer softwarea erabili da eta, bilakaera eta ezagutza irudikatuz, teknologiaren eboluzioa aztertu da.

3. EMAITZAK

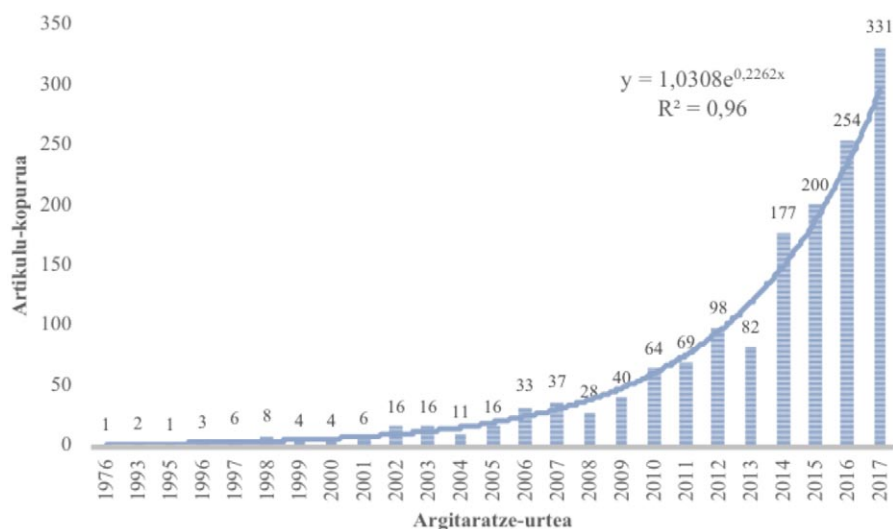
Atal honetan, aurretik azaldutako metodologia jarraituz lortu diren emaitzak aurkeztuko dira.

3.1. Zientziaren joera medikuntza aplikazioetara zuzendutako fabrikazio gehigarrian

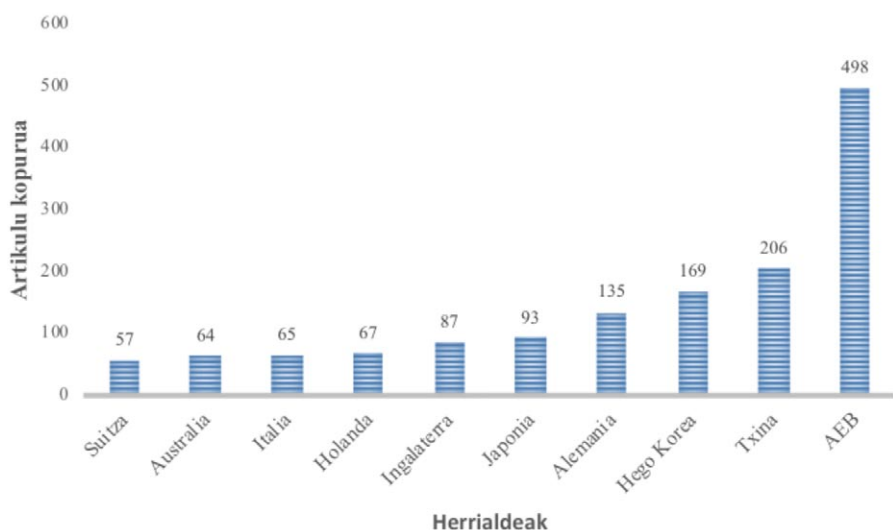
1976tik 2017ra fabrikazio gehigarriaren medikuntza aplikazioen ezagutza zientifikoaren produkzioa aztertzeko, WOS-en egin den analisisan lortutako emaitzak 3-6 irudietan erakusten dira. Emaitza orokorretan ikus daitekeenez, azken urteetan, fabrikazio gehigarria arreta gero eta handiagoa jasotzen ari da zientziaren ekoizpenari dagokionean eta horrek zuzenean eragiten du arlo horren I+G-ean. 1. irudian ikusten den bezala, 2000. urtean 4 argitalpen zientifiko soilik zeuden, eta 2017. urterako, aldiz, zifra hori 331 arte igo zen, hau da, % 8.275eko igoera. Gainera, argitaratutako 1.597 dokumentu zientifikoek % 65 azken 5 urtean argitaratuak izan dira (2013-2017 bitartean), hala zifra horiek fabrikazio gehigarriaren berritasunaren eta interesaren isla izanik. Bestalde, erregresio esponentzial bat gertatu da, non datuak deskribatzen dituen ekuazioa $y = 1,0308 e^{0,2262x}$ den, non zehaztutako koefizientea $R^2 = 0,96$ den.

Gai honen inguruko argitalpenei dagokienez, argitaratzen emankorrekin diren 10 herrialdeak ez daude geografikoki kontzentratuta (4. irudia). Nabarmen gailentzen den herrialdea, argitalpen zifra handienarekin, AEB (Ameriketako Estatu Batuak) da, argitalpen guztien % 34 baino gehiago (498 dokumentu) bertakoak baitira. Horrez gain, AEBko argitalpenak hurrengo herrialdekoen bi halako baino gehiago dira (Txina, 206 dokumen-

turekin). Halaber, Txinaren ondoren datozenak, Hego Korea eta Alemania, ez daude Txinako argitalpen kopurutik oso urrun: 169 publikazio, Hego Korearen kasuan, eta 135, Alemaniaren kasuan. Lehenengo 10 herrialdeen arteko gainerako herrialdeek 93 eta 57 dokumentu bitarte dituzte argitaratuta eta denak (9. postuan dagoen Australia izan ezik) mendebaldeko Europan edo Asiako ekialdean kokatzen dira.

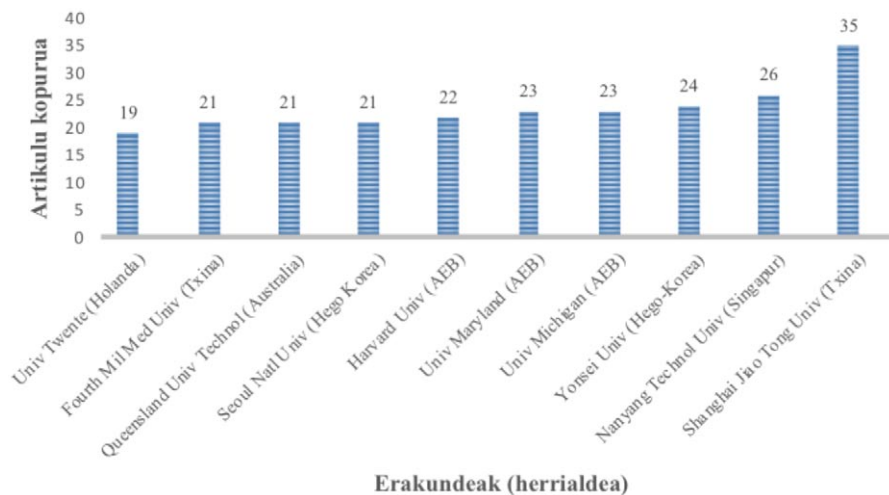


3. irudia. Urtero argitaratutako artikulu kopurua WOS-en, 1976tik 2017ra.



4. irudia. WOS-en artikulu gehien argitaratutako 10 herrialdeak.

5. irudiko 10 erakundeak fabrikazio gehigarriaren inguruko argitalpen kopuruei dagokienez gailentzen diren erakundeak dira, eta horien jatorriak zerikusi handia du aurretik azaldutako 10 herrialde nagusiekin. Esate baterako, erakunde horietatik gehienak amerikarrak (3), txinatarrak (2) eta hego korearrak (2) dira. Hala ere, kasu honetan, artikulua banaketa askoz ere orekatuagoa da, beraz ezagutzaren erakunde-jatorria nahiko sakabanatuta dago, eta ez erakunde gutxitan bakarrik kontzentratuta. Hauek dira lau erakunde nagusiak: Shanghai Jiao Tong Univ (Txina, 35 artikulua), Nanyang Technological University (Singapur, 26 artikulua), Yonsei University (Hego Korea, 23 artikulua) eta University of Maryland (AEB, 23 artikulua). Gainerako erakundeen argitalpen kopuruek oso gertutik jarraitzen diete 4 erakunde nagusi horiei.

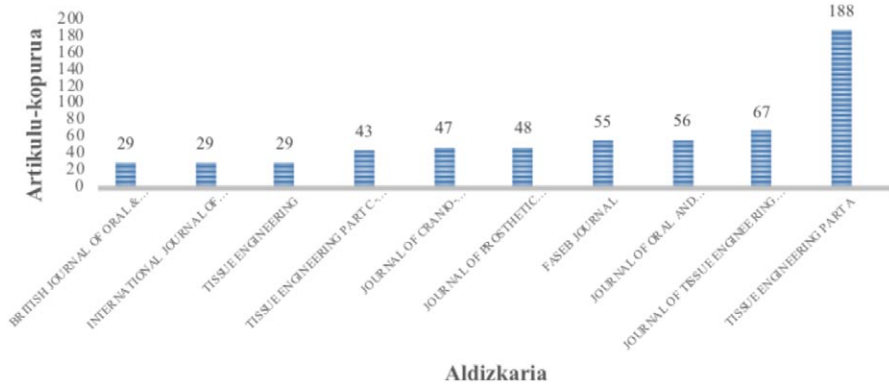


5. irudia. WOS-en artikulua gehien argitaratutako 10 erakundeak.

Hurrena, fabrikazio gehigarriaren inguruan emankorrenak diren aldizkariak aztertu dira. 10 aldizkari garrantzitsuenak 6. irudian ikus daitezke. Aldizkari garrantzitsuenak dira *Tissue Engineering Part A*, 188 artikulurekin, eta *Journal Of Tissue Engineering*, 67 artikulurekin. Konkreteki, bi aldizkari horiek artikulua zientifikoen % 15.96 argitaratu dituzte. Gainera, aldizkari horiek *Clarivate Analytics*-en *Journal Citation Report*-en indextatuta daude inpaktu-faktore handiekin.

Gainera, zientzia-joerek ahalbidetzen dute ezagutzaren transferentzia nondik abiatu den defintzea. Horretarako, gehien aipatu diren artikuluen egilea, erakundeak, herrialdea, urtea, aldizkaria, gako-hitz plusak eta ikerketa-esparrua defintitu dira (ikus 3. taula). Jakintza-arlo horretan, gehien aipatu den (518 aldiz) artikulua jatorria AEBko Michigan Unibertsitatea da. Bigarrena, aldiz, Singapur eta Australiako unibertsitateen arteko kola-

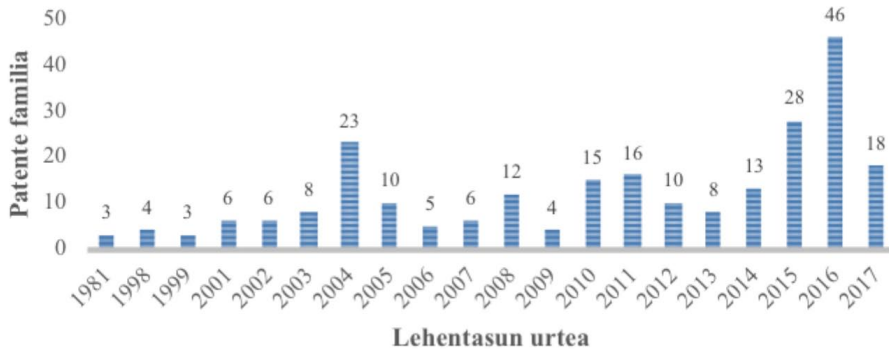
borazio lan bat izan da, 467 alditan aipatua. Aipatzekoa da orain dela 10 urtekoak direla gutxi gorabehera eta antzeko ikerketa-esparruan daudela gara-tuta, bioteknologia eta mikrobiologia aplikatua eta biologia zelularra, alegia.



6. irudia. WOS-en artikulua gehien argitaratutako 10 aldizkariak.

3.2. Teknologiaren joera MABIFAGen

Teknologiaren joera definitzen da patenteen lehentasun urte, lehentasun herrialde, patenteen onuradun eta patenteen nazioarteko sailkapenaren bidez. 1929tik 2016ra bitartean, 264 patente-familia aurkitu dira. Patente-familia batek barne hartzen ditu asmakizun berdina babesten duten patente guztiak.



7. irudia. Patente-familia kopurua urteko, 1981tik 2017ra.

Asmakizunen gauratzea islatzeko patenteen lehentasun data analizatu da, asmakizun datatik hurbilen dagoen datatzat jotzen delako. 7. irudian ikus daiteke 2016 izan dela urterik emankorrena asmakizunetan. Hala ere, emaitzek adierazten dute 2004tik aurrera aldakortasun handia egon dela urteko asmakizun kopuruan. Azken hamar urtean hazi da sortze-gauratzea, konkretuki patente-familiak % 66,6 igo dira.

3. taula. Ezagutzaren transferentzia

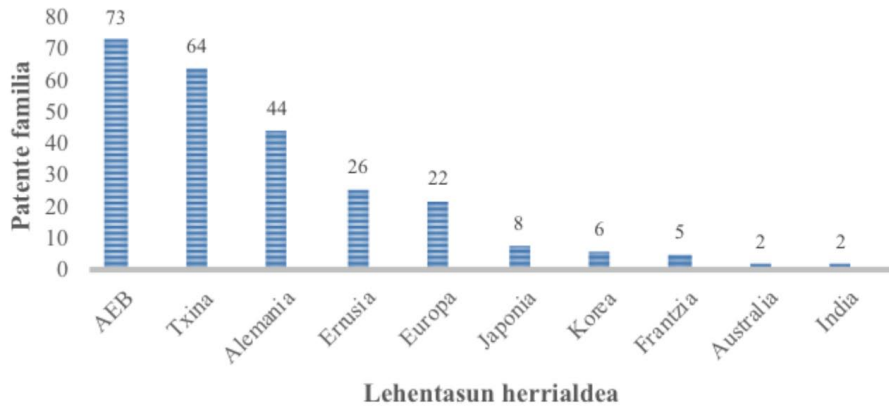
Zita kopurua	Autoreak	Erakundea	Herrialdea	Argitalpen-urtea	Aldizkaria	Gako-hitzak Plus	Ikerketa-esparrua
518	Cuddihy, Meghan J	Univ Michigan	USA	2008	Tissue Eng. Part B-Rev	free-form fabrication	Biotechnology & Applied Microbiology
	Kotov, Nicholas A					extracellular-matrix	
	Lee, Jungwoo					growth-factor delivery in-vitro articular-cartilage repair	
467	Hutmacher, Dietmar Werner	Queensland Univ Technol	Singapore	2007	J. Tissue Eng. Regen. Med	hydroxyapatite	Biotechnology & Applied Microbiology
	Lam, Christopher Xu Fu	Natl Univ Singapore	Australia			pore-size	Cell Biology
	Lim, Thiam Chye	Natl Univ Singapore Hosp				architecture	Engineering
	Schantz, Jan Thorsten	Temasek Polytech				in-vitro	
	Tan, Kim Cheng					regeneration	
290	Choong, Cleo	Nanyang Technol Univ		Singapore	2013	Tissue Eng. Part B-Rev	induced phase-separation
	Loh, Qiu Li		mesenchymal stem-cells				Cell Biology

*Fabrikazio gehigarria medikuntza aplikazioetan:
joera zientifiko eta teknologikoen zaintza*

Zita kopurua	Autoreak	Erakundea	Herrialdea	Argitalpen-urtea	Aldizkaria	Gako-hitzak Plus	Ikerketa-esparrua
259	Garcia-Godoy, Franklin	Univ Texas	USA	2007	J. Endod	bone morphogenetic protein-2	Dentistry, Oral Surgery & Medicine
	Hargreaves, Kenneth M	Nova SE Univ				mesenchymal stem-cells	
	Murray, Peter E					dentin-pulp complex tissue engineering scaffolds biodegradable polymer scaffolds	
244	Chen, Alice A	Univ Calif San Diego	USA	2007	Faseb J	rat hepatocytes	Life Sciences & Biomedicine - Other Topics
	Jadin, Kyle D	Brigham & Womens Hosp				sandwich configuration	Cell Biology
	Cho, Lisa M	Harvard MIT Div Hlth Sci & Technol				in-vitro culture	Biochemistry & Molecular Biology
	DeLong, Solitaire	Rice Univ				biodegradable polymers	
	Bhatia, Sangeeta N	MIT				solid freeform fabrication	
242	Al, H	Louisiana Tech Univ	USA	2003	Cell Biochem. Biophys	ultrathin films	Biophysics
	Lvov, YM					alternate adsorption	Cell Biology
	Jones, SA					thin-films	Biochemistry & Molecular Biology
						polyelectrolyte multilayers surface modification	

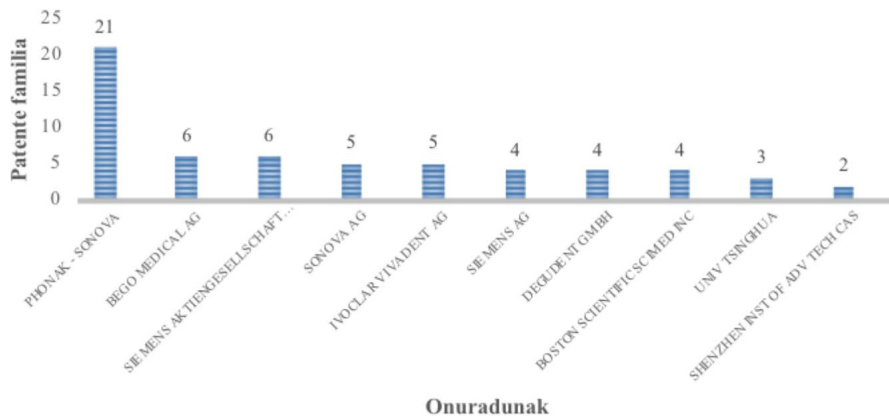
Zita kopurua	Autoreak	Erakundea	Herrialdea	Argitalpen-urtea	Aldizkaria	Gako-hitzak Plus	Ikerketa-esparrua
238	Clinthorne, N	Univ Michigan	USA	2003	Int. J. Oral Maxillofac. Implants	surgery	Dentistry, Oral Surgery & Medicine
	Sarment, DP					models	
	Sukovic, P	Xoran Technol				localization	
						planning system	
228	De Wijn, Joost R	Univ Utrecht	Netherlands	2007	Tissue Eng	reformatted computed-tomography	Cell Biology
	Dhert, Wouter J. A					fibroblast-growth-factor	
	Hennink, Wim E	Univ Twente				marrow stromal cells	
	Alblas, Jacqueline					controlled scaffold degradation	
	Fedorovich, Natalja E					rapid prototyping techniques	
208	Cohen, DL	Cornell Univ	USA	2006	Tissue Eng	chondrocytes	Cell Biology
	Bonassar, LJ					transplantation	
	Lipson, H					articular-cartilage	
	Malone, E					biodegradable polymers	
194	Petersen, W	Univ Kiel	Germany	1998	Anat. Embryol	constructs	Developmental Biology Anatomy & Morphology
	Tillmann, B					none	

Patente-familien jatorri-herrialdea zehazteko, aplikazioan lehen aldiz aurkeztuak izan diren herrialdeak identifikatu ziren. Horrek enpresek jarraitzen duten merkatu izendapenaren estrategia aztertzea ahalbidetzen digu. AEB gailentzen da 73 patente-familiarekin, bigarren Txina ageri da 64 patente-familiarekin, eta hirugarrena Alemania 44 patente-familiarekin (ikus 8. irudia)



8. irudia. Lehentasun herrialde garrantzitsuenak.

Patente aplikazio batean legezko eskubide eta betebeharren jabeari onuraduna deritzo. Pertsona indibidual, enpresa, unibertsitate, ospitale edo gobernu-erakunde bat izan daiteke. Erakunde sortzaile garrantzitsuenak 9. irudian adierazten dira.

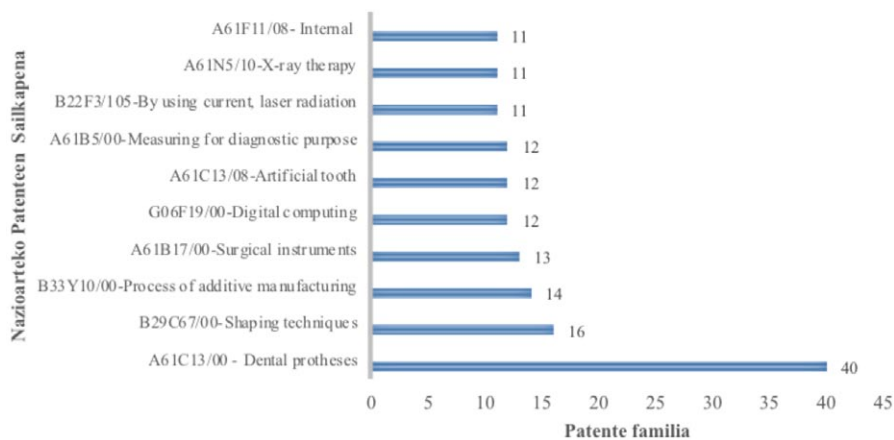


9. irudia. Onuradun garrantzitsuenak.

Phonak-Sonova (Suitza) enpresak ditu patente-familia gehien, 21 konkretuki. Zerrendako hurrengo tokietan, alde nabarmenarekin, *Bego Medical*

(Alemania) eta *Siemens* (Austria) enpresak agertzen dira, 6na patente-familiarekin. Hala, onuradun garrantzitsuenak entzumen zainketa eta hortzetako protesien sektoreetan aritzen dira.

Patente alorren kontzentrazioari dagokionez, analisi bat egin da jakiteko nora bideratu diren I+G-n egindako ahaleginak. Horretarako, Nazioarteko Patenteen Sailkapena (NPS) definitu zen. NPS-k asmakizunak sailkatzeko eta horien berezitasun teknologikoa ebaluatzeko informazioa ematen du [17]; horrela asmakizunen item-gako garrantzitsuenak identifikatzea ahalbidetzen da. Emaitzek azaltzen dute NPS sail garrantzitsuena medikuntza aplikazioetan fabrikazio gehigarrian A61C13/00 —hortzetako protesiak— dela, 40 patente familiarekin. Urrutitik, B29C67/00 —forma emateko teknikak— ageri da 16 patente familiarekin.



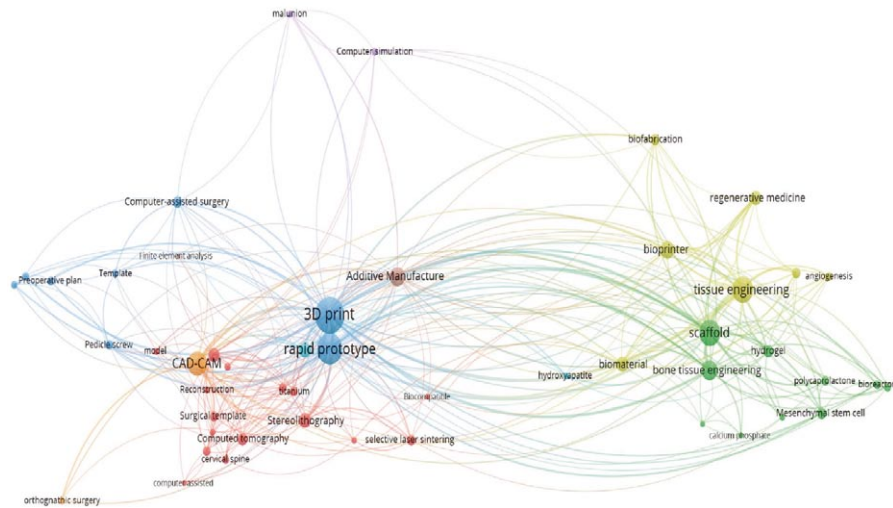
10. irudia. Nazioarteko Patente Sailkapen garrantzitsuenak.

3.3. Bistaratzeko sareak

Aurreko ataletan lortutako emaitzen osagarri bezala, gako-hitzetako bat etortzeetan oinarrituz MABIFAGen ezagutza-alorrak definitzen dira, mundu-mailako ikerketa jarduerak identifikatzeko helburuarekin. Klusterizazio hori gertatu da terminoek bat etortze altua partekatzen dutenean, eta kluster bakoitzak MABIFAGekin erlazionaturik dagoen kontzeptu berezi bat adieraziko du.

VOSviewer softwarearen lay out teknikak terminoen erakarpenaren analisiaren ondorioz gako-hitzei kokapen bat ematen die planoan, eta klusterizazioak terminoen antzekotasunaren arabera taldekatzea errazten, eragiten du.

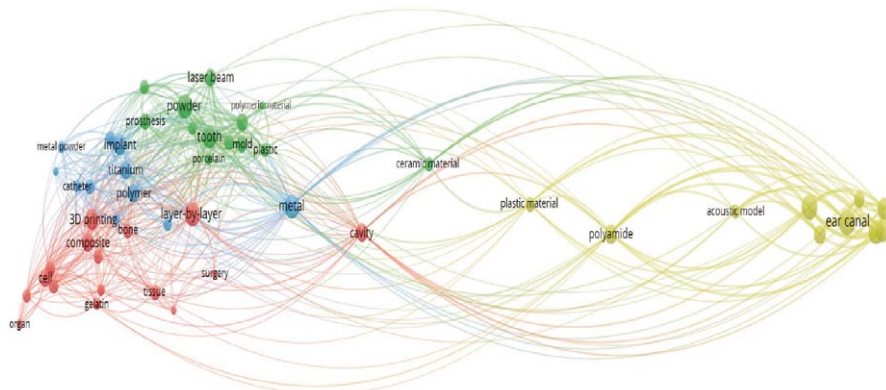
11. irudiak erakusten du gehien aipatu diren WoS-en argitalpenen gako-hitz eta gako-hitz Plus-en bat etortzeen sarea; VOSviewer tresna erabili da sarea sortzeko. Kontzeptu mapak erakusten du hitz-gako garrantzitsuenak direla «3D print», «rapid prototype», «scaffold», «tissue engineering», «bioprinter», «stereolithography», «bone tissue» eta «CAD-CAM», hots, fabrikazio gehigarriaren sarrera-puntu nagusiak islatzen dutenak. Klusterizazio teknikak 8 talde definitu ditu, eta lau taldekatze nagusiak 3D teknologia, ehun ingeniariatza, ehun eta zelula euskarriak eta aho inplantak dira.



11. irudia. Argitalpenen hitz-gakoen bat etortzeen bistaratze mapa.

Patenteei dagokienez, izenburu, laburpen eta aitortzeetatik gako-hitzak erauzteak izan da taldekatzearen oinarria. VOSviewer tresnaren bidez egin da klusterizazio prozesua, patenteetan gehien aipatzen diren gako-hitz baten etortzeen sarea sortuz (ikusi 12. irudia). Kontzeptu mapak erakusten du gako-hitz garrantzitsuenak direla: «3d printing», «Layer by layer», «powder», «tissue», «metal», «powder», «implant» eta «ear canal».

Klusterizazio teknikak 4 taldekatze definitu ditu, gako-hitzak bere erakarpenean mailaren arabera planoan kokatuta egiten dira. 12. irudian ikus daitezke klusterizazioak definitu dituen 4 eremu garrantzitsuenak: layer by layer teknologia eta aplikatze guneak: ehuna, hezurra eta organoak; belarri kanala; hortzak eta hautsa materiala.



12. irudia. Patenteen hitz-gakoen bat etortzeen bistaratze mapa.

4. ONDORIOAK

Argitalpen eta patenteen jokabidearen metrikak MABIFAGen eboluzioa ezagutzeko ahalbidetu du, eta herrialde, erakunde, aldizkari, onuradun eta I+G esfortzu garrantzitsuenak identifikatu dira.

Emaitza orokorrekin azaltzen dute MABIFAG zientzia ekoizpenean azkar eskuratzen ari dela arreta, eta horrek eragina dauka I+Gan. Azken bost urtean, artikuluko zientifikoen % 65 argitaratu da. Ikerketa lanak nagusiki AEBn kontzentratzen dira, baita artikuluko gehien argitaratzen dituzten aldizkariak eta gehien aipatu den artikulua ere. Aldiz, artikuluko gehien dituzten erakundeak ez dira AEBkoak, baizik eta Txina, Singapur eta Hego Korea: Shanghai Jiao Tong Univ (Txina), Nanyang Technological University (Singapur) eta Yonsei University (HegoKorea).

Patenteen analisiak erakusten du 2016. urtean sortu zirela patente-familia gehien; beraz, azken urteotan sormen maila handi baten aurrean egon da medikuntza aplikazioetan erabiltzen den fabrikazio gehigarria. Merkatu estrategia AEB, Txina eta Alemaniara bideratuta dago, eta onuradun garrantzitsuenak entzumen-osasuna eta hortzetako protesien sektoreetan aritzen dira (*Phonak-Sonova* eta *Bego Medical*). Nazioarteko Patente Sailkapenari dagokionez, I+G delakoaren ahaleginak hortzetako protesietara bideratuta daude.

«3D print», «rapid prototype», «scaffold», «tissue engineering», «stereolithography», «bone tissue» eta «CAD-CAM», halako terminoek zientziaren adimen-ikuspegia osatzen dute. Patenteetan, aldiz, «3d printing», «Layer by layer», «powder», «tissue», «metal», «powder», «implant», «ear canal» eta horrelako terminoek definitzen dute ezagutza-alorra. Antzeko bideak jarraitzen dituzte zientzia eta teknologiaren ezagutza esparruek. Pa-

tentetan entzumen-tresnekin bat doazen teknologien eremua nagusia den bitartean, hau ez da zientzia ikerketan asko landu den ezagutza eremua.

5. ESKER ONAK

TFM research group taldeari.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] JIN, Y., JI, S., LI, X. eta YU, J. 2017. «A scientometric review of hotspots and emerging trends in additive manufacturing » *Journal of Manufacturing Technology Management*, **28** (1), 18-38.
- [2] ASTM, 2015, *ISO / ASTM52900-15, Standard Terminology for Additive Manufacturing – General Principles – Terminology*. ASTM International.
- [3] RODRIGUEZ-SALVADOR, M., RIO-BELVER, R. M. eta GARECHANA-ANACABE, G. 2017 «Scientometric and patentometric analyses to determine the knowledge landscape in innovative technologies: The case of 3D bioprinting » « *PLoS ONE*, **12**(6), 1-22.
- [4] HU, Y., SUN, J., LI, W. eta PAN, Y. 2014. «A scientometric study of electric vehicle research » *Scientometrics*, **98**, 1269-1282.
- [5] OECD. 2009. *OECD Patent Statistics Manual*, OECD.
- [6] GRILICHES, Z. 1990. «Patent statistics as economic indicators: a survey» *Journal of Economic Literature*, **28**, 1661-1707.
- [7] ZARRABEITIA, E., BILDOSOLA, I., RIO-BELVER, R.M., ALVAREZ, I. eta CILLERUELO, E. 2017. «Laser additive manufacturing: A patent overview » in *Book of Proceedings 11th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management* .
- [8] BANKS, J. 2013. «Adding value in additive manufacturing: researchers in the United Kingdom and Europe look to 3D printing for customization» *IEEE Pulse*, **4**(6), 22-26.
- [9] GARECHANA-ANACABE, G., RIO-BELVER, R.M., BILDOSOLA, I. eta RODRIGUEZ-SALVADOR, M. 2017. «Effects on innovation management system standardization on firms: evidence from text mining and annual reports » *Scientometrics*, **111**(3), 1987-1999.
- [10] GRÈZES, V. 2015. «The definition of competitive intelligence needs through a synthesis model, » *Journal of Intelligence Studies in Business*, **5**(1), 40-56.
- [11] GRIDLOGICS. 2014. *3D Printing: An analysis of patenting activity around 3D-Printing from 1990-current*, GridLogics Technologies Pvt Ltd.
- [12] SINHA M. eta PANDURANGI, A. 2016. *Guide to Practical Patent Searching and how to use PatSeer for Patent Search and Analysis*. India: Gridlogics Technologies Pvt. Ltd.

- [13] CHEN, C. DUBIN R.ETA SCHULTZ, T. 2014 «Science mapping » in *Encyclopedia of Information Science and Technology*, M. Khsrow-Pour, Ed. New York: IGI Global, 2014, 4171-4184.
- [14] ZHANG, J., YU, Q., ZHENG, F., LONG, C., LU, Z. eta DUAN, Z. 2016. «Comparing keywords Plus of WoS and Author keywords. a case study of patient adherence research » *Journal of the Association for Information Science and Technology*, **67(4)**, 967-972.
- [15] GARFIELD, E. 1990. «KeyWords Plus: ISI's breakthrough retrieval method. Part 1. Expanding your searching power on *Current Contents on Diskette* » *Essays of an Information Scientist*, **13(32)**, 295-298.
- [16] Garfield E. eta Sher, I.H. 1993. «Keywords Plus™ algorithmic derivative indexing » *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, **44(5)**, 298-299.
- [17] WIPO. 2018. *Guide to the International Patent Classification*, WIPO.