

Participatory Design of Hand Tools—Co-design Practice in Industrial Design Education

Chen,Ruei-kun^{1*},Wong,Ju-Joan²

¹National Yunlin University of Science and Technology,Department of Industrial Design

² National Yunlin University of Science and Technology,Department of Industrial Design

*rcbonjovi@hotmail.com

Abstract

For professional repairmen, handtools are not only the tools for living but also the painting brush for the work. However, the research conducted by ergonomist Wang ,Mao Jun indicates that the frequency of cumulative occupational injuries has skyrocketed due to high specialization of work. A considerable percentage results from handtool use. The statistics suggests that there is large room for improvement on handtool design. The research applies the participatory design into performance-based instruction. Students' work act as a perfect medium for three parties: users, manufacturers, and designers. Not only can students acquire the stakeholders' knowledge through the tripartite discussion, but they can also enhance mutual understanding and strengthen the effect of participatory design..

Yelman et.al(2015) suggest that designer should cooperate with user.To do so.We practice participatory design in university second grade project by holding work-shop.We invite motorcycle shop owner 、 car shop owner 、 bicycle owner and plumbers/electricians to join us doing hand tools design.Also,we invite tool producers and working designers as teachers to help students.We investigate how they communicate with each other to improve participatory design as a process that company can adapt in new product development.

We consult the result of Weng et. al's(2007) research that doing participatory design and field investigation at the same time,and we adjust it to two steps process.First we let student do field research by using half-structured interview and visit tool factory to understand how the tools are made.Than we invite working

designers lead student expanding their ideas in the work-shop.

The study apply the participatory design into performance-based instruction. Students work acted as a perfect medium for three parties: users, manufacturers, and designers. Not only can students acquire the stakeholders' knowledge through the tripartite discussion, but students can enhance mutual understanding and strengthen the effect of participatory design.

Keywords:co-design;design education;participatory design;tacit knowledge.

壹、手工具與設計課程

設計教育學者陳文誌(2008)於網路輔助跨校學習的研究指出：設計專業中有許多難以理解、描述的知識，僅能從實做中學習(learning by doing)。且在各專業分工精細的情況下，合作學習能夠幫助設計系學生與人溝通的能力，並激發創意。設計教育學者 Yalman(2015)等人在工業設計教育課程導入參與式設計的研究指出：設計必須了解不同使用者的觀點方能進行設計，且參與式設計有助於學生了解使用者的觀點並建構使用者的使用情境。為使手工具設計與學生的設計能力同時增長，因此本研究於大二的產品設計課程執行參與式設計，藉此了解參與式設計對學生的影響。

Yalman 等人(2015)進一步指出：「設計研究的革新，已經從使用者為中心的設計 (user-centered) 轉變為與使用者合作設計 (co-design) 的方式進行。」為了落實此一理念，本研究邀請了水電師傅、自行車技師、汽車技師以及機車技師，在大學二年級的基本產品設計課程中以工作坊的方式進行參與式設計。如此也符合 Frayling(1993)所提出的「經由設計的研究」(Research trough design)。「經由設計的研究」是針對今日設計研究分化為「設計實作(Design practice)」(設計並製作產品)與「設計理論(Design theory)」(針對議題提出理論及建議)兩者涇渭分明的狀況，提出將兩者合而為一的構思。他認為：唯有如此，才能夠讓設計的理論知識，被設計師真正應用於產品開發上。

另一方面，Aptel(2002)以及 Marsot(2004)等人指出：「近年來，手工具的設計趨勢

為讓使用者使用時輕鬆、較少的身體危害以及舒適的感受」(Kuijt-Evers,2007)。對於手工具的使用者而言，手工具如同手的延伸(Petroski, 1997)。這種特質的工具必須考量使用者的適用，人因學者 Kuijt-Evers(2004)認為瞭解手工具使用的舒適與否為設計手工具時必須的知識，但要進一步分辨使用者感到舒適與否的因素，卻發現這些因素有時是一體兩面的；同一個因素會同時產生舒適，以及不舒適的感受。例如：同樣是敘述安全因素，雖然顧及他們的身體不致受傷，卻造成施工時間延長，或是必須進行更多的工序，讓使用者對這個因素也感覺到不舒適。

人因工程學者 王茂駿 (1996)針對 手工具使用與累積性工作傷害的 研究指出：高度專業分工的工作型態使得累積性工作傷害的發生急遽增加；而其中有相當大部分是由於操作手工具所造成的。人因工程學者李芝慧(2000)在手工具設計與評估的研究中進一步指出：這些技師重複且不正確的姿勢使用手工具是造成工作傷害的主因。

這些不正常的狀況，包含他們使用工具的默會知識(tacit knowledge)。Matthew Crawford(2010)在摩托修理店的未來工作哲學一書中指出：即便今日許多的手工工作已經被常規化，木工、水電工、汽機車技工仍然要面對變化多端的環境及問題。這些工作需要審慎和融會共通的能力。這些能力，即是他們的默會知識。陳曉華(2014)針對縫紉機的女性使用者研究中發現：使用者在長時間使用縫紉機後建立起使用者自身對於產品的了解，這樣的知識使其能夠自行維修損壞的產品，進而對其改進，推進其工作的效率，或者在縫紉作品上發揮更多創意。同樣地，專業的技師長年磨練的便是其自身修改物品以符合其顧客的需求；從設計師角度來看，他們就是長時間使用手工具的積極使用者(active user)，也發展出許多默會知識，使得他們更靈活地運用工具，並在其業主或顧客要求時間內完成工作。透過參與式設計能夠發掘使用者的默會知識，並讓設計師與學習者得以體會之。

貳、使用者參與

2-1 參與式設計源起及特徵

參與式設計源自於 1970~1980 的斯堪地那維亞(Scandinavia)，起自生產自動化的

疑慮。有一派的人認為自動化的流程會取代現有的勞工造成大量失業。另一派人士則認為自動化的目的並非使機械取代勞工，而是將勞工視為生產、使用機具的專家。透過使用者參與的方式，表達對於工作環境的意見，藉以改進環境，促進生產的能力。經由勞工與管理階層的溝通協生，改進現有的生產流程決定生產的產品，進而使其能夠改變工作環境並獲得職場民主(work-field democracy or workplace democracy)的政治關係(Schuler & Namioka,1984)。

基本流程如下圖一：



圖 1. 參與式設計的基本流程(整理自 Vink、Imada and Zink, 2008)

參與式設計研究者 Sanoff(2006)建議設計師在設計強調使用者適用的物品時，須考量使用者參與設計。藉由使用者的直接參與，恰當的引導使用者表達所需；因為這些需求未必能夠經由簡單的問答而發覺。IDEO 執行長 Brown(2009)也認為：如果我們僅僅就已知的問題去研究使用者，則我們將只是「精準地計算出我們已經擁有的東西，只能傳達我們已知的事情。」而無法引起新的洞見(insight)。因此，Brown 建議設計師幫助人們說出潛在心裡、甚至自己也沒察覺到的需求，如此方能啟發出符合「以人為中心」(user-centered)的設計。

2-2 參與式設計與田野研究

參與式設計與既有設計流程的不同在每一步驟使用者均可提供意見外，快速、重複將產品模型交與使用者測試，並依使用者意見修正。Hagen(2012)指出原型的試用是參

與式設計中必須的過程，試用原型的過程將會成為設計師與參與者共同設計並且共同了解使用者每日生活的橋樑。產品是否能夠合於使用者，必須經由他們使用後方能確認一個產品是否足堪勝任；手工具更是這樣的產品。

Weng 等人(2007)在為醫療人員設計能夠和其他醫療人員合作，以及快速調閱患者病歷的軟體設計中，認為如欲使用者正確的應用，必須先了解醫療人員的工作情境、偏愛的操作介面外觀和生活習慣。因此他們認為俗民誌的田野研究為參與式設計中必備的一環。設計學者 Luck(2007)於參與式設計的溝通研究也同意此觀點，認為俗民誌及田野筆記的技術是參與式設計領域中必要的。



圖 2. 參與式設計中設計以及並行的田野研究(Weng et al, 2007)

三、研究方法

為不影響參與的師傅們的日常作息，本研究將參與式設計分為兩階段進行。如下

圖 3：

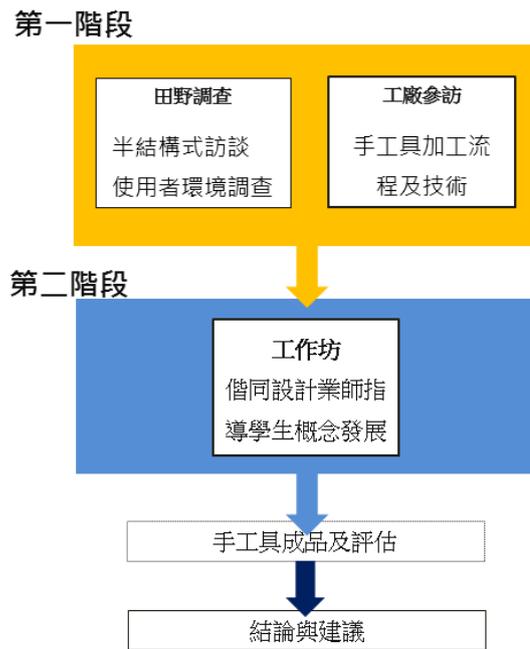


圖 3. 參與式設計兩階段執行圖

第一階段由學生對使用者進行「半結構式訪談(semi-structured interview)」，了解他們使用工具的真實樣貌，並且以錄音、錄影和攝影的方式記錄技師們使用手工具方式、施工情境，及其改進建議。經由第一階段的個別訪談，揭露技師使用手工具的真實情境，例如：不正確的使用方式、自行改裝手工具等，學生並從中學習每位師傅的施工情境及使用工具的方法。同時，學生也參訪手工具製造廠，了解手工具的材料與製造，建立手工具使用情形、製造材料等的理解。本研究參與的使用者基本資料如表 1 所示。

表 1. 參與的技師基本資料

	職業	性別	執業年資
A01	水電師	男	44 年
A02	水電師	男	30 年
A03	水電師	男	25 年
B01	機車技師	男	10~15 年
C01	汽車技師	男	25 年
D01	自行車技師	男	30 年

本研究欲了解使用者使用現有手工工具的感受與經驗，並且邀請他們，參與設計發展過程，因此採用半結構訪談，訪談的結果將可以應用於第二階段的工作坊。學生可以學習技師們常用的行話及基本的知識，藉以消去學生與使用者的用詞差距，並且有助於之後的討論，聚焦於手工工具。

本研究訪談前都會請受訪者看過訪談大綱，讓受訪者了解學生想要了解的經驗與內容。同時，也會提供施工現場、工具圖片等，讓受訪者更快進入訪談內容。因半結構式訪談順序、遣詞用字及問題形式可以彈性調整，使師傅們更能以自己的話語說出他的觀點，從而使研究者可以接觸師傅們的經驗世界(Flick,2002)。另一方面，在師傅講述到關於使用工具的細節時，也會請他們演示，並以錄影機或者相機記錄。這些田野資料會在第二階段協同設計業師，以工作坊的方式，進行設計方針及概念發想。

在學生訪談前，研究者均曾先預訪過這些使用者。除了與這些使用者建立信任關係並提醒學生們訪談可能遭遇的情況。這種關係讓受訪者在接受學生訪談時，能夠提供較初次訪談更多的經驗，放心地說出對既有工具的不滿。研究者會參與學生各階段訪談及課程，以參與觀察的方式進行研究。

本研究進行訪談前，格尊「告知後同意」(informed consent)之研究倫理。訪談前明確告知受訪者研究的目的及主題，受訪者可以接受或者拒絕訪談。紀錄訪談的設備也會在工作坊與訪談前告知受訪者，徵求同意後使用。訪談、參與後的資料因涉及個人的主觀想法，且會有諸多可辨識該員的個人資料，因此將遵守隱私與保密(privacy and confidentiality)的原則，將參與工作坊的參與者及受訪者以匿名方式處理(anonymity)。

四、研究發現

4-1 確認手工工具的使用問題

訪談的目的在於確認使用者遭遇的困境，同時也能發現使用者如何面對手工工具不合用的狀況。以參與式設計應用於建築知名建築師 Alejandro Aravena(2015)曾經說道：「參與式設計的過程中，我們並不是找出答案，而是試著了解真正的問題是什麼。」

一開始，許多師傅們認為：「現在的手工具無論尺寸或者是功能都很齊全，已經沒有什麼需要修正的了。」但是，他們在演示使用工具並講述工作情境時，卻能說出工具不適用，或者是使用工具導致受傷的情況，例如：受訪的水電師傅都曾經提到把虎鉗當成是扳手使用時。為了能讓虎鉗的開口夾緊螺絲，會將握持的位置靠近鉗子的夾和軸心，容易因此夾傷手掌(圖 4)。透過既有產品試用，有助於使用者說出目前使用手工具面臨的問題和造成的傷害，也能讓學生更清楚受訪者講述的情境及發生的狀況。

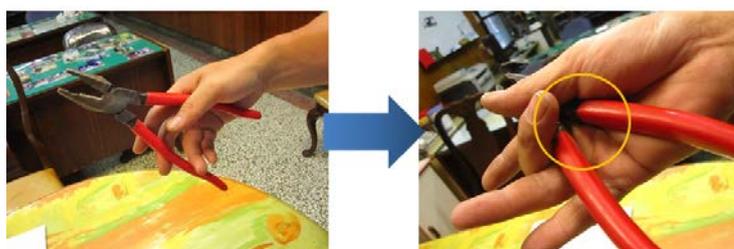


圖 4. 水電師傅使用虎鉗受到傷害(本研究拍攝)

這些師傅們對手工具的議建不僅以言語描述，也會出現在自行動手改造、製作的工具上。例如：水電師傅們進行弱電工作時，為避免電箱內短路，會以電工膠帶包覆十字起子的金屬部分(圖 5)。因此，似乎只要設計能夠絕緣的螺絲起子即可。



圖 5. 水電師傅們自行改造的起子(本研究拍攝)

參與的製造商表示：「現在也有對應的電工起子(圖 6)，只要磨損至內層的絕緣橡膠，就必須拋棄不用。」學生對使用者訪談時，也曾提及此一產品。受訪的水電師傅均表示：磨損就必須拋棄，裡面的十字起子還能用，丟了讓他們覺得浪費工具，還不如自己包電工膠帶。雖然使用者也了解電工起子較為安全，仍選擇自行以膠帶包覆。



圖 6. 市售電工起子

(圖片來源：http://www.cens.com/cens/html/zh/product/product_main_152425.html)

從這個例子中，我們可以發現：要解決使用者的需求，不能僅看見使用當下的問題，更需要充分了解使用者的學習背景、工作環境和生活狀況。這些都會影響使用者的需求，且需重複地與使用者及訪談，方能較精準地讓學生建構師傅們關切的問題樣貌。

4-2 從使用者的工作情境看見新的設計議題

學生們不僅僅是從舊有的工具著手改進，也從使用者面對的工作項目找尋問題為設計發想的出發點，不少學生在筆者陪同第一次訪談後，又自主尋找其他的受訪者或進行再次訪談，進一步確認問題及討論設計構想。

一組和汽車維修師合作的學生，為了瞭解師傅們是如何學習使用工具，自主訪談高職汽修科的學生，從中發現年輕的學徒與有經驗的師傅不同的需求。例如：有經驗的師傅因為常年使用汽車車輪的砵碼配重鉗，雙手適應工具摩擦長出厚繭，而年輕的學徒較不能適應鐵製的鉗子握柄咬進手裡的感受。因此，該學生為學徒設計有橡膠包覆的握柄的配重鉗。

與過去同一門課的學生成果相較，學生們發現更多的設計機會，也有更多種類的工具設計。以往學生們針對的項目多半是常見的起子、扳手、鉗子等項目。本次參與的學生們則設計更多的工具種類，例如：為汽車維修師設計的車輪配重砵碼鉗、拆除汽車飾板的扳手、為機車師傅設計換機油的漏斗、輔助水電師傅把電線裝進 PVC 管內的輔助工具等。參與的廠商也說道：「學生們設計的工具具有許多是他們不曾想過且實用的工具。」參與式設計的導入，讓學生不僅是改進舊有的工具，也從中找到更多使用者的

需求。

4-3 透過溝通、演示(performance) 建立同理心

參與式設計的特徵在於重複地試用、修正模型。Brown(2010)認為這種「用手思考」的設計方法(We think with our hands)：製作原型、試用、修正錯誤，能讓設計更有效率。使用者的參與讓學生能夠全面的了解該族群使用手工具的方式及情境，試用不限於使用者的測試，設計師也必須試用模型。學生在經數次訪談後，各階段的發表均展現他們對使用者情境的了解。這些模型展現學生們在製作中，仔細思考過使用者實際使用的情境以及遭遇到的困難，發表時也能精準地描述、演示各個工具對應的工作，如圖 7 所示。



圖 7. 學生發表時，對工具使用的情境、對應的工作瞭若指掌，並操作模型說明設計概念

學生藉由操作模型，講述設計理念讓使用者和製造者理解，更讓未涉足田野的設計業師及生產廠商了解如何幫助學生展開概念發想。參與設計的溝通不是以言語和文字能夠達成，必須以雙手演示產品、製作模型、操作模型，生產廠商、設計師和使用者都會拿著學生的模型比劃，講述看法或者可能遭遇的工作情況。

學生演示模型時也將受訪師傅們的遭遇當成是自己的遭遇，並輔以田野的照片或者訪談的影片(如圖 8)。工作、維修的困難之處，在學生模仿工作情境、試用模型時展露無遺。他們在發表設計構想時，能清楚指出技師們在維修時可能會發生的情況，諸如：拆汽車門板時刮傷門板。從背後工具袋抽取螺絲起子不確定是一字還是十字。更換汽機車機油時，開新的機油罐而弄髒衣物、工作環境等情況。



圖 8. 學生發表時，以田野訪談作為輔助

如此，建立參與的設計業師及製造商對使用者的同理心，在學生發表產品設計提案的講評時，製造商會基於使用者的需求，並參酌與設計師的評論，再針對學生的設計提案，提供生產的細節及評估製造可行性。而非把生產的可能性、材料受力的情況放在最優先的位置。

4-4 影響學生作品的因素

本研究參酌 Yalman(2015)的建議，和製造方、設計業師偕同進行參與式設計的課程，除使用者提供的改善建議外，參訪製造廠商也讓部分學生在製作模型時，評估生產的可行性。有些學生於模型製作時表示：他將產品以片狀的壓克力組合，是考慮他的手工具生產時能夠以簡單的模具壓製，避免生產難度過高。

另一方面，學生在作品的包裝或產品看見了與他們合作的使用者的身影，他們呈現了使用者的生活風格。其中一位參與的使用者除了是維修技師外，也經營自己的木工教室，喜歡自己動手製作太陽能燈具或傢俱。他曾在訪談中展示給學生看，以傳統榫接製作的工具箱和創意燈具和手工具產品。該組的學生便以「匠師」做為發想的元素之一，並呈現在工具的外觀及包裝盒設計。

除了使用者的風格外，使用者偏愛的工具也會影響學生產品的外型。例如：一位做汽機車換機油的漏斗設計的學生，其作品概念雖然讓使用者及手工具製造方都表示耳目一新，卻也能從學生的設計看到這些師傅們選用工具的影響，在外觀受師傅平日所用的機油漏斗的影響，如圖 9。



圖 9.左圖為學生作品，右圖為機車師傅常用的機油漏斗

(右圖圖片來源：http://e.rimg.com.tw/s2/d/a7/e4/21521482532836_738_m.jpg)

五、結論與建議

5-1 同理心達成設計的平等

使用者演示工具操作後，顯現他們對現有工具的需求，並讓學生得以依照使用者工作情境測試模型。參與式設計不僅是使用者參與設計流程讓設計師與他們互相學習 (mutual learning)，也為設計師提供一個進入使用者生活的橋樑，並在使用者的工作情境下測試模型，建立設計師的同理心，對使用者的知識產生認同並設身處地為使用者著想。

學生在課程的設計概念發表時，以訪談影片並操作模型演示再現使用者的工作情境，引導參與的生產廠商及設計業師身歷其境。發表後使用者、生產商及設計業師的點評，多能針對使用者的需求給予修正建議。學生在製作原型後則擔任使用者與製造方的橋樑，將使用者的實際使用情境及遭遇到的使用問題再現於製造方面前，並在學生的導引下讓製造商及設計業師以使用者的角度試用既有產品及設計原型。此時不僅如 Brown(2010)所說的用手思考，同時也是用雙手溝通。演示是這個過程中極為重要的過程，經過設計師的模型演示，製造商將會了解使用者的的工作內容及困難處，進而達到平等且友善地溝通狀態。

參與式設計中的平等 (Schuler & Namioka,1993)，不僅來自使用者有機會能夠影響產品設計，還能讓產品相關的製造、生產方兩者以同理心站在使用者的角度觀看既有產品的缺失。進而讓參與的製造方、設計師和使用者以平等的方式對話，相互學習，共同修正既有產品的不足，提出創新的設計構想。在設計的流程中，每一個利害相關者 (stakeholder) 都能提供其專業知識，影響設計的過程及成果。設計師和產品模型則是溝通的橋樑，讓產品更貼近使用者的需求。

5-2 專注設計議題提高設計效率

Weng(2007)等人的研究提出田野調查與參與式設計同時進行的參與模式；如圖 10

所示。

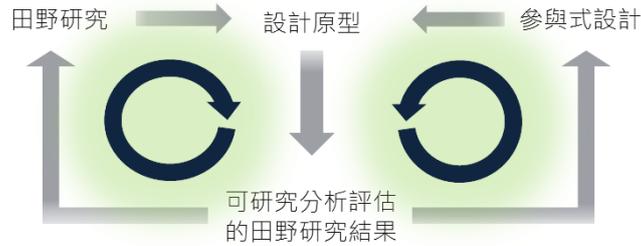


圖 10. 參與式設計中設計以及並行的田野研究(Weng et al, 2007)

本研究因其平日工作繁重且工時不定，為配合使用者平日的生活作息，而將參與式設計分為兩個階段。第一階段為以半結構式訪談為主的使用者田野調查，此過程需要多次再訪，確立設計的目標及方針；如圖 11 所示。



圖 11. 先執行田野研究再進行參與式設計

重複訪談能與使用者建立信任關係，並有效地引導使用者參與設計。Cross(2000)指出：設計是一連串展開的概念漸漸收攏的過程(圖 12)。學生自主地再訪確認設計的議題並與使用者討論可行地改進方式，學生快速地進入概念發想的階段。而非如過去同一門課的學生先猜測手工具使用可能遇到的狀況再行確認。

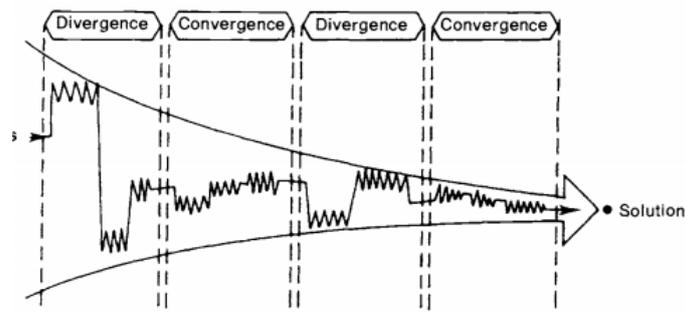


圖 12. 設計概念展開並收攏至最終方案的過程

(圖片來源：Cross,2000)

訪談的資料，也能夠讓製造者及設計業師修正對使用者的想像，並基於使用者的需求，指導學生的概念發想。使得設計業師、學生及製造方地討論能夠具焦在使用者提出的問題上，提高設計的效率。

六、參考文獻

中文文獻

丁佩芝、陳月霞（譯）（1997）。*利器*（原作者：H. Petroski）。臺北市：時報出版。

吳麗君（譯）（2010）。*設計思考改造世界*（原作者：T. Brown）。臺北市：聯經出版。

李芝慧（2000）。*手工具設計與評估-以鐵絲捆綁作業為例*。碩士論文，中華大學工業工程與管理系，新竹市。

林茂昌（譯）（2010）。*摩托車修理店的未來工作哲學：通往美好生活的手工精神與趨勢*（原作者：M. B. Crawford）。臺北市：大塊文化。

陳文誌、游萬來（2008）。網路輔助跨校學習專案的問題與影響。*藝術教育研究*。15期。105-137頁。

陳曉華（2014）。*縫出一片天：近代台灣女性的縫紉機使用經驗*。碩士論文，國立雲林科技大學工業設計系，雲林縣。

楊沛儒（1993）。*參與式設計之研究—專業者介入：社區空間的認同*。碩士論文，國立台灣大學建築與城鄉研究所，台北市。

英文文獻

Cross,N.(2000),*Engineering Design Method:Strategy for Product Design*.Chichester:John Wiley & Sons Ltd.

Fleron, B., Rasmussen, R. , Simonsen, J. & Herzum, M. (2012). *User Participation in Implementation*.

- Participatory Design Conference: Exploratory Papers, Workshop Descriptions, Industry Cases*, 2, 61-64.
- Hagen, P. & Robertson, T. (2012). Social Technologies: The changing nature of participatory design. *Design Issues*, 28(3), 77-88.
- Hussain, S., Sanders, E. & Steinert, M. (2012). Participatory Design with Marginalized People in Developing Countries: Challenges and Opportunities Experienced in a Field Study in Cambodia. *International Journal of Design*, 6(2), 91-109.
- Kuijt-Evers, L., Groenesteijn, L., de Looze, M. & Vink, P.(2004). Identifying factors of comfort in using hand tools. *Applied Ergonomics*, 35, 453-458.
- Kuijt-Evers, L. Vink, P. & de Looze, M. (2007). Comfort predictors for different kinds of hand tools: Differences and similarities. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37, 73-84.
- Luck, R. (2007). Learning to talk to users in participatory design situations. *Design Studies*, 28, 217-242.
- Sanoff, H. (2006). Multiple views of Participatory Design. *Metu Journal of the Faculty of Architecture*, 23(2), 131-143.
- Schuler, D. & Namioka, A. (1993). *Participatory Design: Principles and Practices*. New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vink, P., Imada, A. & Zink, K. (2008). Defining Stakeholder Involvement in Participatory Design processes. *Applied Ergonomics*, 39, 519-526.
- Weng, C., McDonald, D., Sparks, D., McCoy, J. & Gennari, D. (2007). Participatory design of a collaborative clinical trial protocol writing system. *International journal of medical informatics*, 76, 245-261.
- Yalman, Z. & Yavuzcan, H. (2015). Co-Design in Industrial Education in Turkey A Participatory Design Project. *Social and behavioral Science*, 197, 2244-2250.