

IMPLEMENTING AND EVALUATING AN IMMERSIVE VIRTUAL LEARNING
ENVIRONMENT FOR LEARNING HOW TO DESIGN IN HUMAN-SCALE

A THESIS SUBMITTED TO
THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
OF
MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY

BY

ORKUN SÖNMEZ

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN
BUILDING SCIENCE
IN
ARCHITECTURE

JUNE 2018

Approval of the thesis:

**IMPLEMENTING AND EVALUATING AN IMMERSIVE VIRTUAL LEARNING
ENVIRONMENT FOR LEARNING HOW TO DESIGN IN HUMAN-SCALE**

submitted by **ORKUN SÖNMEZ** in partial fulfilment of the requirements for the degree of **Master of Science in Building Science in Architecture Department, Middle East Technical University** by,

Prof. Dr. Halil Kalıpçılar
Dean, Graduate School of **Natural and Applied Sciences**

Prof. Dr. Fatma Cânâ Bilsel
Head of Department, **Architecture**

Prof. Dr. Arzu Gönenç Sorguç
Supervisor, **Architecture Dept., METU**

Examining Committee Members:

Prof. Dr. Güven Arif Sargın
Architecture Dept., METU

Prof. Dr. Arzu Gönenç Sorguç
Architecture Dept., METU

Prof. Dr. Soner Yıldırım
Computer Education & Instructional Technology Dept., METU

Prof. Dr. Mine Özkar Kabakçioğlu
Architecture Dept., İstanbul Technical University

Assist. Prof. Dr. Başak Uçar Kırmızıgül
Architecture Dept., TED University

Date: 29.06.2018

I hereby declare that all information in this thesis document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Name, Last name: Orkun SÖNMEZ

Signature :

ABSTRACT

IMPLEMENTING AND EVALUATING AN IMMERSIVE VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENT FOR LEARNING HOW TO DESIGN IN HUMAN-SCALE

Orkun Sönmez

M.S. in Building Science, Department of Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Arzu Gönenç Sorguç

June 2018, 240 pages

It is a general consent that virtual reality technology will contribute in education in all levels in future, and yet the contemporary literature shows that how virtual reality can affect the learning especially in architectural education is not a clear concept.

Deriving from constructive learning, problem-based learning, immersive technologies, and intended learning outcomes in learning how to design in human-scale, an immersive virtual learning environment was implemented within an appropriate design/learning activity. Immersive experience of bodily interactions and problem solving process were focused. A novel method of evaluation was also developed over this synthesis, and an evaluation rubric was created based on the SOLO taxonomy. According to the evaluation method, a before-and-after test was conducted within a case study involving a particular scenario of design exercise and interviews.

Results showed that the proposed immersive virtual learning environment might provide an enhancement on novice architecture students' learning on how to design

in human-scale, in a scope where short-term exposure and short-term design exercises are issued. The proposed method of evaluation provided the opportunity to explore and assess causal relations between the observed advancements of students and the use of particular immersive features. Case study's scenario which moves students out of their comfort zone in terms of their familiarity with the design requirements and with the provided type of experience was found to be crucial in applicability of the proposed evaluation method.

Keywords: Virtual Reality in Architecture, immersive virtual learning environment, learning modalities, SOLO taxonomy

ÖZ

İNSAN ÖLÇEĞİNDE TASARIM YAPMA ÖĞRENİMİ İÇİN ÇEVRELEYİCİ SANAL ÖĞRENME MEKANI UYGULANMASI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Orkun Sönmez

Yüksek Lisans, Yapı Bilimleri, Mimarlık Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Arzu Gönenç Sorguç

Haziran 2018, 240 sayfa

Gelecekte sanal gerçeklik teknolojisinin eğitimin her katmanında katkıda bulunacağı yaygın olarak kabul görmektedir. Fakat güncel literatür göstermektedir ki sanal gerçekliğin, özellikle mimarlık eğitiminde olmak üzere, öğrenmeyi nasıl etkileyebileceği net olarak açıklanamamaktadır.

Yapılandırmacı öğrenme, problem temelli öğrenme, çevreleyici teknolojiler ve insan ölçeğinde tasarım yapmayı öğrenmede hedeflenen sonuç öğrenimlerden yola çıkarak, uygun bir tasarım/öğrenme faaliyeti birlikteliğinde bir çevreleyici sanal öğrenme mekanı uygulanmıştır. Bedensel etkileşimlerin çevreleyici deneyimlenmeleri ve problem çözme sürecine odaklanılmıştır. Yine bu sentez üzerinden, özgün bir değerlendirme yöntemi geliştirilmiş ve “SOLO” taksonomisine dayalı bir değerlendirme rubriği yaratılmıştır. Değerlendirme metoduna bağlı olarak, özel bir tasarım egzersizi senaryosu ve röportajlar içeren bir örnek durum çalışması dahilinde, önce-ve-sonra testi yapılmıştır.

Sonuçlar göstermiştir ki; kısa süreli kullanımlar ve kısa süreli tasarım egzersizlerinin ele alındığı bir kapsamda, önerilen çevreleyici sanal öğrenme mekanı deneyimsiz mimarlık öğrencilerinin insan ölçeğinde tasarım yapmayı öğrenmelerine pekiştirici bir katkı sağlayabilir. Önerilen değerlendirme yöntemi, öğrencilerde gözlemlenen gelişimler ile belirli çevreleyici özniteliklerin kullanımı arasındaki nedensel ilişkilerin tetkik ve tespitine olanak sağlamıştır. Örnek durum çalışması dahilindeki senaryonun ve bu senaryo ile birlikte, sunulan deneyimin tipi ve tasarım gereksinimleri bağlamında öğrencilerin alışkanlıklarının dışına çıkarılmasının, önerilen değerlendirme yönteminin uygulanabilirliğindeki önemi ortaya çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mimarlıkta sanal gerçeklik, çevreleyici sanal öğrenme mekanı, öğrenme yöntemleri, SOLO taksonomisi

To all who thinks and questions

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my sincere gratitude to my supervisor Prof. Dr. Arzu Göneng Sorguç not only because of her academic guidance, motivation and criticism but also for being a great mentor showing how to be a decent researcher and educator. I am honoured to be her student for a life time. Without her support, trust and mentoring, this study would not have been possible, and I would not have been able to become who I am today.

I also want to thank jury members, Prof. Dr. Güven Arif Sargın, Prof. Dr. Soner Yıldırım, Prof. Dr. Mine Özkar Kabakçioğlu and Assist. Prof. Dr. Başak Uçar Kırmızıgül for their valuable comments and criticism.

I owe gratitude to Müge Kruşa Yemişcioğlu and Dr. Fırat Özgenel for their endless support, help and their endurance especially in my nervous times. I would also like to thank Fatih Küçüksubaşı for bringing a new hope in a dark time.

I want to thank Canan Türkmen, Ceyda Yolgörmez, Emine Ece Ece, Melike Başak Yalçın, Mert Anıl Eren, Samet Albayrak, Selen Tuğrul, Selinay Yurtseven, Sinem Elif Asar Erdem, Sonat Şimşir, Umut Önel, Yavuz Baver Barut, Ziya Volkan Aksu for their selfless support and endurance throughout the study. I want to thank all my companions for being patient and letting me take the time and space I need.

Lastly, I would like to express my gratitude and deepest love to my parents, Abdullah and Pamir Sönmez for their patience, understanding, encouragement and love in the process of my study as at all times and for being the way they are, rendering me the luckiest person alive.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT	v
ÖZ.....	vii
ACKNOWLEDGEMENTS.....	x
TABLE OF CONTENTS	xi
LIST OF TABLES.....	xv
LIST OF FIGURES	xviii
LIST OF ABBREVIATIONS.....	xx
CHAPTERS	
1 INTRODUCTION	1
1.1 Problem Statement.....	4
1.2 Hypothesis	6
1.3 Research Questions.....	6
2 LITERATURE REVIEW	7
2.1 Computer-based Media in Architectural Design Education.....	7
2.1.1 Educational Design Media and Related Educational Approaches	7
2.1.1.1 Inquiry Based Learning	8
2.1.1.1.1 Active Learning	9
2.1.1.1.2 Learning by Experience.....	10
2.1.1.2 Media Interaction Model	13

2.1.2	Computerization of Design Mediums	14
2.1.2.1	Historical Process of Computer as a Design Tool	15
2.1.2.2	Computer as an Educational Design Tool	18
2.2	Virtual Reality and Architectural Design Education	19
2.2.1	Virtual Reality/Virtual Environment	20
2.2.1.1	Three Dimensional Visualization	24
2.2.1.2	Motion tracking	24
2.2.1.3	Haptic Technologies	25
2.2.1.4	Spatial Audio	26
2.2.2	Virtual Reality and Education.....	26
2.2.2.1	Learning Theories in Virtual Learning Environments.....	27
2.2.2.2	VR in Architectural Design and Education	30
3	METHOD OF INQUIRY	35
3.1	Hypothesis.....	35
3.2	Research Questions	35
3.3	Review of the Literature	35
3.4	Synthesis	38
3.5	Bloom’s Taxonomy, Revised Bloom’s Taxonomy, SOLO Taxonomy.....	42
3.6	Method	47
3.7	Experiment Design.....	50
3.7.1	Participants.....	51
3.7.2	Design Problem.....	51
3.7.3	The IVR Application.....	52

3.7.4 Technological Equipment	53
3.7.5 Design Exercise	55
3.7.6 Data Collection	55
3.7.7 Procedures.....	57
3.7.7.1 First Session (S1).....	57
3.7.7.2 Second Session (S2)	59
3.7.7.3 Third Session (S3)	60
3.7.7.4 Fourth Session (S4)	60
3.7.7.5 Fifth Session (S5)	62
3.8 Analysis Method.....	63
3.8.1 Not Applicable (NA)	63
3.8.2 Prestructural.....	64
3.8.3 Unistructural and Multistructural	65
3.8.4 Relational and Extended Abstract	68
3.9 Examples of Response Evaluation and Comparison	69
4 RESULTS AND DISCUSSION.....	79
4.1 Classifying and Journalising the Data	79
4.2 Data Analyses	81
4.2.1 Analysis of Observed Advancements	82
4.2.2 Analysis Based on Categories of Measurement Decisions.....	85
4.2.3 Analysis Based on Session-1 Performance Levels.....	92
4.2.4 Analysis Based on Association with Use of Immersive Features	99

4.2.5 Reported Utilisation of Immersive Features	107
5 CONSLUSION	109
Suggestions for Future Studies	111
REFERENCES	113
APPENDICES	
A INDIVIDUAL ANALYSES	125
B SHEETS SUBMITTED BY PARTICIPANTS.....	223

LIST OF TABLES

TABLES

Table 1: Observed advancements and their evaluation	83
Table 2: Type of measurement decisions most issued by participants	86
Table 3: Evaluation of kitchen floor measurement decisions.....	87
Table 4: Evaluation of countertop depth measurement decisions	87
Table 5: Evaluation of countertop height measurement decisions	89
Table 6: Evaluation of countertop width measurement decisions	90
Table 7: Evaluation of door width measurement decisions.....	91
Table 8: Prestructural responses of Session 1.....	94
Table 9: Unistructural responses of Session 1	95
Table 10: Multistructural responses of Session 1	97
Table 11: Relational responses of Session 1.....	99
Table 12: Performances associated with use of immersive features	102
Table 13: Performances not associated with use of immersive features	104
Table 14: Utilisation of non-matching volumes	108
Table 15:Analyses of verbal reports of Participant-01	125
Table 16:Analyses of coded verbal reports of Participant-01	128

Table 17: Analysis of verbal reports of Participant-02	130
Table 18: Analysis of coded verbal reports of Participant-02	134
Table 19: Analysis of verbal reports of Participant-03	136
Table 20: Analysis of coded verbal reports of Participnat-03	140
Table 21: Analysis of verbal reports of Participant-04	143
Table 22: Analysis of coded verbal reports of Participant-04	147
Table 23: Analysis of verbal reports of Participant-05	149
Table 24: Analysis of coded verbal reports of Participant-05	153
Table 25: Analysis of verbal reports of Participant-06	156
Table 26: Analysis of coded verbal reports of Participant-06	159
Table 27: Analysis of verbal reports of Participant-08	161
Table 28: Analysis of coded verbal reports of Participant-08	165
Table 29: Analysis of verbal reports of Participant-09	167
Table 30: Analysis of coded verbal reports of Participant-09	174
Table 31: Analysis of verbal reports of Participant-10	176
Table 32: Analysis of coded verbal reports of Participant-10	183
Table 33: Analysis of verbal reports of Participant-11	186
Table 34: Analysis of coded verbal reports of Participant-11	189
Table 35: Analysis of verbal reports of Participant-12	191
Table 36: Analysis of coded verbal reports of Participant-12	195
Table 37: Analysis of verbal reports of Participant-13	197

Table 38: Analysis of coded verbal reports of Participant-13	203
Table 39: Analysis of verbal reports of Participant-14.....	206
Table 40: Analysis of coded verbal reports of Participant-14	211
Table 41: Analysis of verbal reports of participant-15	214
Table 42: Analysis of coded verbal reports of Participant-15	220

LIST OF FIGURES

FIGURES

Figure 1:A CAVE system in Beckman Institute Illinois Simulator Laboratory: University of Illinois at Urbana-Champaign.....	23
Figure 2:Oculus Rift DK2 Model HMD.....	23
Figure 3:A scene from a participant’s viewpoint.....	54
Figure 4:A participant using the IVLE during the design exercise	54
Figure 5: Participant-01's Session-1 proposal.....	223
Figure 6: Participant-01's Session-3 working sheet.....	224
Figure 7: Participant-01's Session-3 proposal.....	225
Figure 8: Participant-02's Session-1 proposal.....	226
Figure 9: Participant-02's Session-3 proposal.....	226
Figure 10: Participant-03's Session-1 proposal.....	227
Figure 11: Participant-03's Session-3 proposal.....	227
Figure 12: Participant-04's Session-1 proposal.....	228
Figure 13: Participant-04's Session-3 proposal.....	228
Figure 14: Participant-05's Session-1 proposal.....	229
Figure 15: Participant-05's Session-3 proposal.....	229

Figure 16: Participant-06's Session-1 proposal.....	230
Figure 17: Participant-06's Session-3 proposal.....	230
Figure 18: Participant-08's Session-1 proposal.....	231
Figure 19: Participant-08's Session-3 proposal.....	231
Figure 20: Participant-09's Session-1 proposal.....	232
Figure 21: Participant-09's Session-3 proposal.....	232
Figure 22: Participant-10's Session-1 proposal.....	233
Figure 23: Participant-10's Session-3 proposal.....	233
Figure 24: Participant-11's Session-1 proposal.....	234
Figure 25: Participant-11's Session-3 proposal.....	234
Figure 26: Participant-12's Session-1 proposal.....	235
Figure 27: Participant-12's Session-3 proposal.....	235
Figure 28: Participant-13's Session-1 working sheet.....	236
Figure 29: Participant-13's Session-1 proposal.....	237
Figure 30: Participant-13's Session-3 proposal.....	238
Figure 31: Participant-14's Session-1 proposal.....	239
Figure 32: Participant-14's Session-3 proposal.....	239
Figure 33: Participant-15's Session-1 proposal.....	240
Figure 34: Participant-15's Session-3 proposal.....	240

LIST OF ABBREVIATIONS

2D	2 Dimensional
3D	3 Dimensional
AR	Augmented Reality
CAD	Computer Aided Drawing
CAAD	Computer Aided Architectural Design
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CLT	Constructivist Learning Theory
HCI	Human-Computer Interaction
HMD	Head Mounted Display
IBL	Inquiry Based Learning
IVE	Immersive Virtual Environment
IVLE	Immersive Virtual Learning Environment
IVR	Immersive Virtual Reality
LTM	Long Term Memory
PBL	Problem Based Learning
P-#	Participant-#
RUIF	Reported Utilisation of Immersive Features

VDS	Virtual Design Studio
VE	Virtual Environment
VLE	Virtual Learning Environment
VR	Virtual Reality
VW	Virtual World
S#	Session-#
SOLO	Structure of Observed Learning Outcome
STM	Short Term Memory

CHAPTER 1

INTRODUCTION

Architectural design process is an iteration of intellectual interaction between various mediums and imagination of architect. In this context, true value of a medium highly lies behind the meaningfulness of communication between what the architect has in mind and what and how the medium is capable of representing. Moreover, architectural design education reinterprets design mediums as learning mediums and aims to utilise them in order to communicate and feed what is not yet in a novice architect's mind. However, traditional mediums are limited in terms of communicating every design related thought issued in architect's mind, let alone providing learning about every thought or way of thinking.

Advances in computer technologies have created a tendency to reconsider the essential definitions and their implications in the discipline of architecture especially in the 21st century, as they have done in almost all over science, art and design. It can be said that this development has challenged the architectural design especially in terms of design mediums and techniques, and yet mostly in the field of architectural design education.

Computer technologies have been directly and indirectly influencing architectural design education considerably starting from the 1980's. Back then, some biggest challenges causing debates on integration of computer in design education and design were related with handicaps of physical and mental communication between

human and computer. However, computer technologies have been developing in terms of usability and intuitive human interaction. Additionally, contemporary generations have been growing very familiar with digital information and communication technologies correspondingly, unlike their predecessors. On the other hand, this multidimensional evolution brought another challenge for design education. It created a difference of understanding of digital world, particularly digital representation and design tools, between students and teachers as Marc Prensky called “Digital Natives” and “Digital Immigrants”. While students the Digital Natives communicate through digital language as their own native language and easily produce, read, and use information through it; teachers the Digital Immigrants try to adapt to this new environment.

This gap causes problems in educational process when novice students eventually adopt new mediums whose potential role in design education is not fully comprehended yet. In this context, researchers and educators have been concerned with; understanding and maximizing the potentials of these technologies, and finding best possible methods to integrate these advances into practice and education. Building on fundamentally similar concerns, integration of computer aided drafting and modelling tools into architectural design education has been questioned by many researchers for a long time. However, contemporary increase in amount of new information types and different new methods to reach and to interact with information expands the gap, and calls for novel educational approaches. This is exemplified most prominently in recent developments in 3D Immersive Virtual Reality (IVR) technology. This technology’s potentials and extent of their utilization and applicability requires to be questioned in this sense.

Formerly, many architects and researchers have studied on integration of Virtual Reality (VR) components into architectural design practice and education. Technological advancements brought new utilities in market. 3D display devices started to be used as representation tool in order to present end-products or proposals to customers. Utilization of VR during design process has been also studied and questioned theoretically and practically. Correspondingly, some research focused on the relative impact of visual components of VR on spatial comprehension (Henry, 1992; Nikolic, 2007; Zikic, 2007). This research revitalized the concept of

experiencing a virtual model of an architectural space through eyes of future inhabitants of that space; by bringing up an artificial presence which also motivates designers to be immersed into their own designs.

Concentrating on human-computer interaction (HCI), many researchers have been studying on new gadgets to replace conventional ones like the keyboard and the mouse by providing more effective interaction with virtual models through intuitive gestures. Since the means of immersive interaction with Virtual Environments (VEs) started to be more affordable, the study of IVR and its impacts on architectural design process started to gather more attention. However, it has not been considered with in depth analysis of its potentials analogous to context of different design and learning practices in scope of architectural design education.

Today we live in an era with ever-developing technology and increasing population of digital natives with their increasing tendency to merge new digital technologies in life spontaneously. It is inevitable for IVR technologies to find its way into realm of design and design education. Therefore, how and where IVR should stand in design education requires to be scrutinized from an educational perspective in order to turn this inevitable integration into a deliberate advantageous one.

This study proposes an approach to the problem of IVR technology's integration into architectural design education, starting with first years. The proposed approach arises from examination of the intersection between educational objectives, unique utilities of 3D Immersive Virtual Environments (IVEs), and learning modalities within scope of the architectural design education research field.

The main reason for proposing IVR as an educational design medium lies in its advantageous capability of providing a realistic and immersive experience which cannot be provided by traditional design mediums (Kalisperis *et al.*, 2002; Schnabel, 2011; Roupé *et al.*, 2012). This will be illuminated and explored in the forthcoming chapters of this study. During this investigation, stereoscopic vision, motion control, head tracking, bodily interaction, immersion and presence terms are essential to comprehend in order to interrogate the aforementioned contribution of IVR as an educational design medium.

1.1 Problem Statement

Design mediums create an interaction platform between design and designer. Intention and application method of this interaction are formed in accordance with idiosyncratic features of particular design medium; designer's personal preferences; and requirements of design phase or design problem. This platform and the interaction between design, designer and mediums have been evolving with the progress of computer technology. Design tools started to provide new means for teaching, learning, application and generation; in the form of design thinking media (Sorguç, Selçuk and Çakıcı, 2011). Design process, design thinking and design education have been eventually influenced by this transformation. Especially with recent developments, VR technology started to promise a major contemporary step for such transformation.

Integration of computer aided architectural design (CAAD) tools into design and design education have always been a field witnessing debates which most influentially revitalized through paradigm shifts caused by innovative leaps in technology. Accordingly, new means of VR technology challenge the foresighted attention of researchers in the field of design education. We are in an era in which technological innovations are merged into life in a more spontaneous manner than it has been. VR devices and applications with variety of content and context including architectural representation are already on the market. Design students will eventually embrace this technology in their design training. However, its possible effects on design thinking, design process and the whole architectural training is not fully comprehended yet.

Literature highlights two main issues to focus in order to tangibly address and elaborate on what VR can bring into architectural education. First is the need of a meaningful alignment between key aspects of an employed educational approach and the key aspects of a composed VR system. Second is the difficulty to assess the improvement in learning and its relation to specific VR utilities, when VR is integrated to learning process. Therefore, these concerns should be explored with their foundations under unifying theories, and a comprehensive integration should be provided as a holistic educational design. It should be designed involving all

concerns in its core from the beginning. It should not be an extrinsic addition to the existing educational design.

Developing an understanding on scale and dimensions is crucial in architectural design education, especially in terms of learning how to design in human-scale. It is important to note here that in this study, human-scale is considered as an understanding of scale which concerns humans' bodily interactions with their environment, and adequacy of the environment to these interactions within a given context in terms of physical qualities and quantities. With first architectural design assignments, students start to develop an understanding on designing in human-scale beyond their past layman experience and knowledge. Students are expected to develop this understanding further mainly through repetitious practice of creating, observing and analysing representations involving different scales and viewpoints. However, understanding and processing the relation between human body and architectural space is essential. This understanding involves more than just proportions and rote-learning of standards. Students need to learn how to approach this relation, how and why to think and work with it while designing. Traditional mediums and techniques are limited on providing such learning.

Architectural design training is highly associated with learning by experience, or in other words, learning by designing. This training requires acquiring various types of knowledge, and evaluating and situationally utilizing the knowledge in a creative manner to construct a product in a limited time. Additionally, there is not necessarily direct type of assessment procedures to correspond each and every relevant capability. Thus students encounter with also difficulties on acquiring self-awareness on their own capabilities and knowledge.

Instructors' guidance through educational tools and methods is required to overcome those difficulties mentioned above. On the other hand, integration of IVR technology has potential to provide a medium for self-learning and self-assessment. This potential lies in IVR technology's capability to provide an experience most analogous to being in an architectural space to an extent which involves natural bodily interactions with environment in 1:1 scale. Most crucially, this capability

inspires the main motivation behind this investigation of human-scale and of how it can be learned in architectural design education by using IVR technology.

In this context, potentials and the role of IVR should be explored in terms of its methodological integration as a learning medium for learning how to design in human-scale. Deriving from the concerns emphasised in the research field, implementation of the medium and evaluation of its effects on learning process should be scrutinised based on a synthesis of intended learning outcomes and adequate learning modalities.

1.2 Hypothesis

In this research, it is hypothesised that IVR technologies can be utilised to enhance novice architecture students' process of learning how to design in human-scale.

1.3 Research Questions

The main purpose of this study is to make contribution to literature on the conception of Immersive Virtual Reality and its relationship with architectural design education. This study investigates potentials and the role of IVR in terms of its methodological integration as a learning medium for learning how to design in human-scale. Therefore, the following questions are to be explored:

- What can an IVR implementation provide as a learning medium in terms of learning how to design in human-scale in architectural design education?
- How can such IVR implementation be integrated into architectural design education?
- How can such IVR implementation be evaluated?

CHAPTER 2

LITERATURE REVIEW

2.1 Computer-based Media in Architectural Design Education

This study considers the integration of IVR technologies into architectural design education in the form of a computer-based learning medium. It focuses the notion of experience, based on unique features promised by IVR technologies. In this sense, existing educational approaches in architectural design education are explored in relation to the notion of experience in learning and to the use of mediums. Additionally, use of computer-based mediums in design and design education is explored within a historical process. Following review of literature presents these explorations.

2.1.1 Educational Design Media and Related Educational Approaches

Each generation of architecture students entering design studio can easily become confused because of their lack of knowledge on methods and process of unique discipline of architectural design. They often tend to imitate works of famous architects or their more senior classmates, especially in early years of education when they learn the 'how to' skills. On the other hand, in design studio, students are expected to develop their own kind of design process using the representation techniques which they are familiar. However, lack of personal experience in

observing, perceiving, understanding and visualizing space can make them struggle at the beginning of their education.

Akalın and Sezal(2009) argue about two kinds of student profiles in an architectural design studio, standing on Richens' (1994)'routine production' and 'innovative creation'. Some students only develop and/or repeat existing solutions due to their weak design skills. Design process of this kind of students corresponds with definition of 'routine production'. On the contrary, other students following an innovative creation process use their talents in a creative way with the risk of being marginalized. Their behaviour prioritizing self-expression and self-improvement utilize effective use of cultural background of them; and enhance their design process by research abilities learned in studio. Additionally, students who routinely produce have lack of perceptual skills, unlike innovative ones. However, the act of designing is about generating, evaluating and developing alternatives, so that it requires imagining and perception.

Architecture students learn the act of designing by gaining experience through practice under supervision of instructors in the design studio, using various tools and trying various strategies. Instructors teach different strategies and encourage students to use them. Students establish a set of strategies of their own choices and instructors guide them through these strategies. Furtherly, instructors encourage students to use different tools and techniques to achieve utter efficiency from particular strategies. Consequently, students establish their own style through design education and they learn how to design by designing. At this point, Inquiry Based Learning and Media Interaction Model are two important models to be explored.

2.1.1.1 Inquiry Based Learning

Educational content in architecture schools make students involve with various architectural phenomena in various contexts. Students are provided with and encouraged to study these phenomena through existing examples of built environment, theories and typologies. Students acquire knowledge about "what" these architectural phenomena and associated theories and typologies are. Sharing the concern of educating students to become a critical thinking, creative, innovative

architects, it is utterly required to help students to understand also “how” these acknowledged ideas were constructed. They need to understand not only “what” definitions of a particular phenomenon and associated theories and typologies are, or “what” common procedures to apply for these are, but also “how” the thinking processes behind these were developed, which variants effected the thinking process and how these variants could be evaluated in different cultures, geographies and eras. Again, it is not the issue to directly transmit the knowledge of different aspects and/or perspectives about these phenomena. Architecture students need to learn analysing, understanding and dealing with different variants and concerns; in Salama’s (2015) words “getting the feel of the behaviour of the phenomena”. Therefore, in architectural design education, teaching methods should encourage the inquiry of its content material, and even inquiry of the learning process.

Inquiry based learning is an instructional method requiring intense active engagement of students to develop critical thinking and analytical skills. It leads to more than direct transmission of knowledge to be remembered and reproduced. It is acknowledged that rote learning and traditional instructional methods cannot fulfil such concerns, especially in design education.

Salama (2015) emphasises “active learning” and “experiential learning” under inquiry based learning. Salama suggests that these teaching strategies both motivate students by encouraging them to investigate attitudes and values -in terms of architecture- to produce knowledge and to develop critical thinking skills.

2.1.1.1.1 Active Learning

In active learning, in which student involvement is crucially emphasized, instructors facilitate this involvement and support it with feedback. It is a higher level of involvement provided by student engagement not only in doing things but also in thinking and reflecting about these and relating them to past experiences. Associated literature of the past few decades also shows virtues of active learning (Bonwell, 1996; Dean, 1996).

Active learning is not new for architectural education, and it is easy to utilise in lecture based courses. However, it constitutes a more fertile ground as a teaching strategy for design studio courses. Students learn about theories, typologies and architectural phenomena through case studies. They are encouraged to do research, to talk/write about it and share their related ideas to other classmates; as a sort of active learning strategy. Students do design exercises, create new things involving what they learned from case studies, and they are encouraged to communicate their ideas and interpretations with their classmates. That provides more and more involvement, which corresponds to a more effective active learning.

Design studio courses utilise most crucially the visual representations as communication media for case studies, design exercises and design assignments. Accordingly, what is transmitted as information and how it is transmitted highly depend on characteristics of medium in use. Therefore, capability and intention of medium in terms of how it provides student's involvement into thinking process behind any architectural idea reflected in built example or in a design proposal of another student facilitate the effectiveness of any active learning strategy in design studio.

2.1.1.1.2 Learning by Experience

Student profile in the university education should be approached as adults rather than children, and educational methodologies should be explored accordingly. Knowles (1980) drew principles of "andragogy" and characteristics of adult learners leading to those principles as:

"... 1) Their self-concept moves from one of being a dependant personality toward being a self-directed human being; 2) they accumulate a growing reservoir of experience that becomes an increasingly rich resource for learning, 3) their readiness to learn becomes oriented increasingly to the developmental task of their social roles; and 4) their time perspective changes from one of postponed application of knowledge to immediacy of application,

and accordingly, their orientation toward learning shifts from one of subject-centeredness to one of performance-centeredness.”

Learning strategies mainly involved with andragogy focus on the following assumptions as (Bangaoil, 2011):

“...the need to know why something should be learnt, the need to learn by experiencing, the conception of learning as a problem solving activity, the influence of priority of the subject matter on learning...”

Kolb and Boyatzis (cited in Sorguç, Selçuk and Çakıcı, 2011) describe four main phases of learning process in terms of the learner centred andragogic model as:

“...Experiencing (Concrete experiences): Adults have receptive, experience-based approach to learning, rely heavily on feeling-based judgments, learn best from specific examples and discussions; Processing (Reflective Observation): Adults rely on careful observation and learning best from situations allowing, impartial observation; Generalizing (Abstract Conceptualization): Adults learn best from impersonal situations, from the opportunity to integrate new things with what is already known, and from theory; Applying (Active Experimenters): Approach learning pragmatically, rely heavily on experimentation and learn best from projects...”

Considering Dale’s (1969) argument “...the more concrete the example, the more effective the learning...” as a common learning/teaching strategy; learners gain an opportunity to experiment and learn from the results of their decisions when they are in an environment that they can experience the real example or a realistic simulation of it. This utility becomes more efficient as much as the simulated experience gets closer to real one.

Interactive and iterative use of simulation software improves the learning process and/or help learners find out their own deficiencies in scope of the particular

software(Sorguç, Selçuk and Çakıcı, 2011). In spite of diversity in terms of scope and/or sort of data used, simulation programs have a common potential to focus on the similar goals in an economical and risk-free way. For example, when structural or ecological analysis etc. is the issue, architecture students can simulate their design on computer, then make the software application analyse the design and check if quantitative values fall into standard or expected ranges. Even further, these software applications can visualize the consequences on a screen. On the other hand, spatial qualities wanted to be perceived, as a matter of product, also can be analysed. For instance, Bittermann's (2009) approach features "intelligent design objects" working in a behaviour that they optimize their own location and position in three-dimension to "...approach most desirable solutions for conflicting, vague goals put forward by a designer...". However, students who are inexperienced in the discipline of architectural design, especially ones with weak creative design skills, still struggle putting forward creative goals involving perceptual aspects in terms of spatial design. They need to learn designing a space by playing with architectural forms and elements; and they need to learn envisaging how decisions they represent in various media will be perceived when it is actualized.

In architectural design studio, instructors suggest drawing sections, elevations and perspective sketches; crafting physical models; and creating virtual models, in order to fully understand the scale and the nature of the building form and spaces being proposed, yet virtual 3D modelling is the only platform in which the geometry of a building can be generated and analysed in a complete manner (Eastman, 1976). Furthermore, computer provides the environment in which creation of 3D 'walkthrough' experience is possible. This utility yields a better comprehension of the unity of spaces and the experience created. It makes an impact much closer to of the kinaesthetic experience of walking through a building. Consequently 'design cognition' capabilities of students expand (Hanna and Barber, 2001) since their perception of form and scale improves. Therefore, learning spatial design by experience should be supported by also a platform involving the act of experiencing beside software offering analysis and/or optimization.

2.1.1.2 Media Interaction Model

The media interaction model emphasizes process that involves thinking and practices simultaneously, over product. However, practice mentioned does not connote a separated step which happens after thinking, in order to actualize the final product of thinking. It is more like practicing as an extension of thinking. No final product is assumed as a solid unchangeable decision by designer during this process. After a while, actualization of the design starts over. Consequently, this method operates instilling the notion of experimentalism, play and constructivism. (Neiman, 1994; Ataman and Lonman, 1996; Neiman and Bermudez, 1997)

Media interaction model encourages a workflow involving iterative transitions between various analogue and digital media. Transition between different media requires the re-interpretation of information repetitively. The design process can be improved by this procedure, in cognitive, qualitative and productive means. (Novitski, 1991; Parsons, 1994; Herbert, 1995; N. Cheng, 1995; Kellett, 1996; Bermudez, 1997; Smulevich, 1997; Matthews and Temple, 1998)

Nevertheless, students' attitude on using multiple media is problematic. Kellett (1996) mentions that students are usually more willing to work within one or two media which they are familiar with, rather than moving back and forth between multiple media. Lack of experience on media is one of the major obstacles blocking students' comprehending the eventual benefits of the media interaction. Instructors need to guide students on expanding their design process onto multiple media till they gain an understanding of the media interaction process (Bermudez, 1997; Matthews and Temple, 1998). According to Kellett (1996), many students also approach positively to this model and related pedagogy. On the other hand, it is obvious that teaching iterative media interaction process to one with low or no skills in various media requires pedagogical introduction and guidance. Especially digital media cannot be integrated into the process without previous digital background. Research based upon this problem offers conflicting evidences which causes a split in opinion. For example, Herbert (1995) suggests that it is better to teach this process to mature design students and professionals who have efficient background. Therefore, hybrid media process should be taught in graduate school or after

graduation. Contrarily another opinion supports teaching it right from the very beginning of design education with guidance providing progressive acquisition of knowledge (N. Cheng, 1995; Kellett, 1996). However both of these viewpoints have common grounds; “working in multiple media requires more skill building, but can yield more insight”(N. Y. Cheng, 1995). Furthermore, learning technique and content by relating one to another can be a more efficient method, since, as Bermudez and King (2000) mentioned, it has been proven that a learning process without content involvement is pedagogically inappropriate for higher cognitive and skill learning.

To sum up, combining different media and techniques and utilizing them in design process constitutes a resource for the designer to gain additional insights and means leading (re)consideration and refinement of a design (Breen, Nottrot and Stellingwerff, 2003). At this point, it is possible for one to think that efficiency of the media interaction model can be multiplied by using numerous media which have numerous capabilities. However, this can also trigger the problem mentioned above, because a media with many capabilities can be harder to learn, use and master; and numerous media can cause confusion. Therefore, a media to involve in the process should provide usage in an easy, natural and intuitive way. Additionally, extra instructional guidance is needed to gain an understanding about which media is more useful in which design phase during the learning process; thus, getting lost in the crowd of numerous media can be prevented.

2.1.2 Computerization of Design Mediums

Computer has been aiding architectural design, especially in terms of representational purposes, for decades, so day by day it has been becoming more indispensable as a tool in both professional practice and education of architectural design. In addition to its practical utilities in professional life, computer based mediums provided extra advantages particularly in educational context.

CAD software can make creating a proposal easier and faster; additionally, solidify this with capability of giving instant feedback, so that students can discover new ideas by exploring without worrying waste of time and effort if new approaches they

try do not fulfil their expectations. Students can also integrate technical aspects learned in other courses into their design projects by the help of CAD. Besides helping students to understand the implications of the design decisions they make, CAD provide the media that students could express and explore ideas and complex architectural forms that their lack of drawing skill prevent them from working and getting familiar with. Earlier study of Aish (1977) supports that CAD may catalyse the creative imagination of any person who had no design education even (Lawson, 2002). However, it took a time for CAD to be acknowledged and to specialize in architectural design; and use of computer in design process has always been controversial in literature, education and professional practice particularly.

2.1.2.1 Historical Process of Computer as a Design Tool

Research about Computer Aided Architectural Design (CAAD) can be roughly traced back to 1960's. Research in the 1960's appears to deal with the technological foundation of CAAD; including technological development of design computing, architectural appliance of such technologies, and other methodical and theoretical studies. In 1970's, CAAD gathered attention in virtue of computer graphics which has become an acknowledged, independent research area. Adopting and occasionally adapting the technology behind the CAD systems, CAAD was claimed to be a complete solution to the computerization of architecture. However, this technology transfer could not induce further development effectively as much as it did at the beginning, because of the limited scope of general purpose CAD systems. This period also witnessed studies on generative systems such as space allocation techniques, shape grammars and rectangular arrangements; design automation, and artificial intelligence leading into expectation of human-like intelligence to replace the designer with a machine. (Koutamanis, 2005)

1980's became a fruitful period for CAAD research through recognition along convergence of different approaches, techniques and ambitions. This made CAAD form a coherent and comprehensive structure that covers all parts, aspects, stages and specializations in architectural design and building construction, so different branches of the area became much better informed considering the whole range of

goals and tools of CAAD (Koutamanis, 2005). This rapid increase of recognition; inclusion of various aspects also brought along the theoretical and methodical controversies. Some prominent criticism which probably stirs up the mistrust of CAAD arose from distinctions between design representation and design thinking, like the one between ‘dumb drawing’ and ‘intelligent design’ (Bijl, 1982, 1986).

At the beginning of 1990’s, CAAD was an established area, but computer use in designing or even only drafting was not widely accepted yet. However, its popularity with students and professionals was increasing, although it was because of practical issues and new media such as animations and the internet rather than the theoretical potential of CAAD. Many publications provided critical and creative evaluations of commercially available software, in the shoes of an informed end user. Following computer technologies’ becoming economically more accessible and widely accepted in architectural education and practice; general social and technological developments became more effective than theoretical CAAD studies on computerization of architectural practice. Eventually vast majority of early studies on practical design tools in this period contended themselves with straightforwardly adopting analogue and/or manual processes to the computer. (Koutamanis, 2005)

Although CAD curriculum and computer usage were settled in architectural education in 1990’s, debate on use of computer as a design tool was still going on between scholars who consider existing CAAD tools as only drafting tools in a viewpoint focusing conceptual design phase (Cao and Protzen, 1999), and scholars who agree on usefulness of CAAD in important parts of overall design process, such as drafting, 3D modelling, visualization and performance analysis (Kennedy, 1986). In the first half of 2000’s, developing capabilities of CAAD software in a way adapting to the needs of design process increased the expectation for CAAD to be used as a design tool in also conceptual design phase (Hanna and Barber, 2001). The term virtual became more popular, thus duality of physical and digital worlds, and how to effectively and creatively interrelate them were questioned in international conferences like eCAADe. Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) as well as spatially immersive real-time environments were evaluated as tools for designing, communicating and collaboration. Developments of this decade led to refinement of ISO standards on Human-Computer Interaction (HCI) and usability

(Bevan, 2006), and to reemphasize the search for the role of computer in design process. Digital media, which became more complex and started to demand more knowledge about its nature and methods, caused diversity between architects, so that some were using computer as a backing tool to increase efficiency while some others changed their whole design language with respect to CAAD (Mitchell, 2005). Consequently this brought along a doubt that if these complex set of skills and knowledge would spread over the community of architecture or would give birth to a digital elite class, a kind of “digerati” (digital literati), among new generation of architects (Oxman, 2006).

Today, we live in an era that digital information and communication technologies are merged within the physical world. Contemporary generation perceive and comprehend outer world differently in comparison with their predecessors. The reason is probably that various modern multimedia devices have been shaping their approach of acquiring knowledge. Therefore, it is inevitable to agree on that architecture students should be educated considering this phenomenon. Following this sort of evolution of humankind and computer technology with respect to each other; CAAD research should increasingly continue to focus on basics of physical, virtual and cognitive dialogues and overall triologue between human, computer and design, in order to develop CAAD into an effective force which is able to feed all phases of architectural design process. At this point, regarding the historical process of CAAD research, perhaps it still can be said that:

“...the field has changed little in the course: ambitions, goals and means remain largely unchanged since the early years. What has been changing is the position of the area relative to architecture and building in general, both in academia and in practice. This has led to changes in the internal priorities of CAAD, especially in teaching. A critical examination of the strengths and weaknesses of the area leads back to the fundamentals of computational design. These are more important than ever, despite, even because, of the broad adoption of computer-aided tools because they determine not only the true character of the area but also possible scenarios for new directions for CAAD

research and development” (Martens, Koutamanis and Brown, 2007).

2.1.2.2 Computer as an Educational Design Tool

During the architectural design process, importance of relationship between designer and the medium increases mostly in phases which require a medium for ideation. However most of contemporary CAAD software applications are more useful in communication of design intent than ideation. These applications make an effective integration of computer into architectural design. However, if the issue is to create perfect fusion between computer and architectural design (and education), knowledge-based domain of CAAD needs to be related to and adopted from architectural design theory more. Ever growing skill-based CAAD utilities should also follow this process in this sense.

Computer technologies focusing visualization of architectural form, in terms of creation and representation, are often criticized as restrictive. This idea coincides, in some points, with concerns about traditional orthographic projection also. However, computer-based visualization technologies, especially 3D modelling bring forward another restrictive issue; burden of too much coherence, accuracy and precision required to communicate any geometry to the computer. This facilitates certain advantages through overall workflow, but it turns into a burden during ideation phases – even revitalizing discussions about the ‘tyranny of the box’(Koutamanis, 2000). Substantially this restriction is related with human-computer interaction and with what a user understands from computer aided geometric modelling more than it is related with capabilities of CAAD.

Marshall (1992) suggests four basic geometrical elements; points, lines, planes and volumes as ‘fundamental building blocks’ of the graphic language which an architect use to explore through spatial design. He further adds that the level of architects’ capability to use and understand this graphic language may determine the quality of the product of their design process.

It is crucial to analyse the developments and new utilities provided by visualization technologies, from a critical viewpoint. It is also crucial to differentiate which design phase they can be helpful or harmful for. Adopting a whole new media directly to one's own graphic language may cause the architect adapting his/her design decisions to a problematic or inefficient function of that media. This is exemplified in many architecture students' false attitude based on their affection on polished photorealistic visuals of their own design proposals.

Creating a computer-aided medium to make an improvement and/or a difference should go further than just copying characteristics of traditional media and techniques, and cultivate idiosyncratic fundamentals and potentials of computer technologies. One of the most conventional among traditional representation techniques to comprehend three-dimensionality of spatial form and composition of an architectural design product is physical modelling. Physical model of the 3D mass, which is usually scaled down to a manageable size, can be perceived dynamically. 3D CAAD models also can be perceived dynamically. Additionally, they provide observation in full scale, thereby walkthrough facility. However standard situation for CAAD modelling applies observing a 3D model's 2D projection on a screen (Breen, Nottrot and Stellingwerff, 2003). On the other hand, VR technologies move further and provide an immersive experience in addition to real-time dynamic perception, by putting potentials of computer technology and nature of human interaction together into operation. Therefore, this thesis focuses on analysis of potential of such immersive features provided by VR technologies.

2.2 Virtual Reality and Architectural Design Education

This study focuses on implementation and evaluation of an IVR-based learning medium for architectural design education. In this sense, VR technologies and fundamental terms and concepts issued in VR literature are explored. Additionally, learning modalities which have been issued in relation to the educational implementation of VR technologies, and past studies issuing use of VR in architectural design and education are explored. Following review of literature presents these explorations.

2.2.1 Virtual Reality/Virtual Environment

Although virtual reality (VR) has numerous definitions based on the context and area of application, it is generally defined as the use of computer graphics and various human-computer interaction devices including displays to allow exploration of a three dimensional, computer-generated environment which is called a virtual environment (VE) in this context. In a VE, any real physical environment can be simulated, abstract concepts can be visualised. Furthermore, any information or a dynamic relation between multiple variables can be represented through and interpreted into visual, auditory or haptic representations. It can allow its users to explore and interact with, in real-time, a simulated event or place that does not exist or is unfeasible to visit in real life. It can also provide real-time communication, interaction and collaboration of individual users in such environment. Beyond these capabilities, based on the human-computer interaction devices and methods employed, a VR system can offer the viewer a convincing illusion and an intense feeling of immersion which has been highly issued both theoretically and practically in the literature.

Many studies mention generally similar components or fundamental elements of VR, although some examples vary in focus and detail on technological specifications issued. Witmer and Singer (1998) generalize necessary aspects of VR as: involvement, immersion, and presence. “Involvement is a psychological state experienced as a consequence of focusing one’s energy and attention on a coherent set of stimuli or meaningfully related activities and events... Immersion is psychological state characterized by perceiving oneself to be enveloped by, included in, and interacting with an environment that provides a continuous stream of stimuli and experiences.” (Witmer and Singer, 1998) Further they describe that *presence* is a feeling of being somewhere else and presence provided by VR depends on involvement and immersion. Burdea and Coiffet (2003) define VR with immersion, interaction and imagination. Sherman and Craig (2003) mention four critical elements for VR: a virtual world/space, immersion, sensory feedback, and interactivity.

It is important to mention here that the term *immersion* is used and defined in various contexts of media in general in a way that might lead ambiguities or confusion even in the VR-specific literature. In relation to that, Sherman and Craig (2003) point out two different types of use of this term: One is mental immersion which can be referred while using the term to indicate a mental or emotional state of being engaged or involved in an experience; The other one is physical (or sensory) immersion which is referred while using the term as “the property of a VR system that replaces or augments the stimulus to the participant’s senses” (p.9).

There is also another issue about use of the term immersion, in relation with the term presence; that sometimes they are mixed or used interchangeably. To provide clarity on this issue, Slater (2003) separates these two terms. He suggests that “The more that a system delivers displays (in all sensory modalities) and tracking that preserves fidelity in relation to their equivalent real-world sensory modalities, the more that it is 'immersive'. This is something that can be objectively assessed, and relates to different issues than how it is perceived by humans.” On the other hand, he refers to presence as a user’s subjective reaction (feeling) to the immersion provided by a system; and he adds that different immersion levels can lead different users to feel the same level of presence, while same immersive system can lead different users to feel presence in different levels.

Because of general use of the term VE to refer any three-dimensional, computer-generated environment and in relation with system-based definitions of immersion, VR systems are commonly categorised as immersive or non-immersive based on whether they deliver certain types of display and tracking technologies to provide immersion. Most issued fundamental technologies among such are related to visual display methods and human-computer interaction methods/devices. For example, VR system can display visual information (i.g. visual scene, rendered visual representation of the VE) via a computer monitor which displays two-dimensional perspective projection of a 3D scene and eventually requires the user to mentally reinterpret this 2D representation back into its original three-dimensionality. Same system can provide interaction via traditional HCI devices like mouse or keyboard, which employ different interaction methods instead of our natural bodily behaviours to interact within real environments. Such VR systems are commonly called as non-

immersive VR systems as they are considered incapable of offering the kind of immersion and experience possible via an immersive one (Chen, 2010). On the other hand, Winn (1993) mentions four necessary conditions for an IVR system: (1) a head-mounted device for visual display through a wide field of view; (2) (user's) body (position and attitude) tracking; (3) transducers to interpret user's intuitive behaviours into computer commands for most intuitive interaction possible; and (4) negligible delays in the system to extent that system can update the VE in response to user's actions. It is for sure that first condition which is mentioned with a specific type of device should be considered by its time, because various types of visual devices or setups, which are comparable in terms of their utility, have been introduced and utilised in VR research later (e.g. Cave Automatic Virtual Environment system).

Presence is also considered primary to an IVR (Mikropoulos and Natsis, 2011), by generally being attributed to the level of immersion provided by the system. Opposing the consideration of IVR as a tool to create a total immersion to achieve presence in a formulated result-oriented manner with presence as the primary result, Bowman and McMahan (2007) argue that presence is not the only benefit of immersion. They mention that immersion can be achieved as in different combinations of related components in order to partially or totally serve to different purposes of a VR application.

Different techniques and devices can be combined to create different levels of immersion according to specific purposes of any particular VE to be simulated. Although research on human-computer interaction continues on various aspects, contemporarily most advanced technologies which are more commonly utilized in IVR setups can be classified as 3D visualization, motion tracking, haptic technologies, and spatial audio.

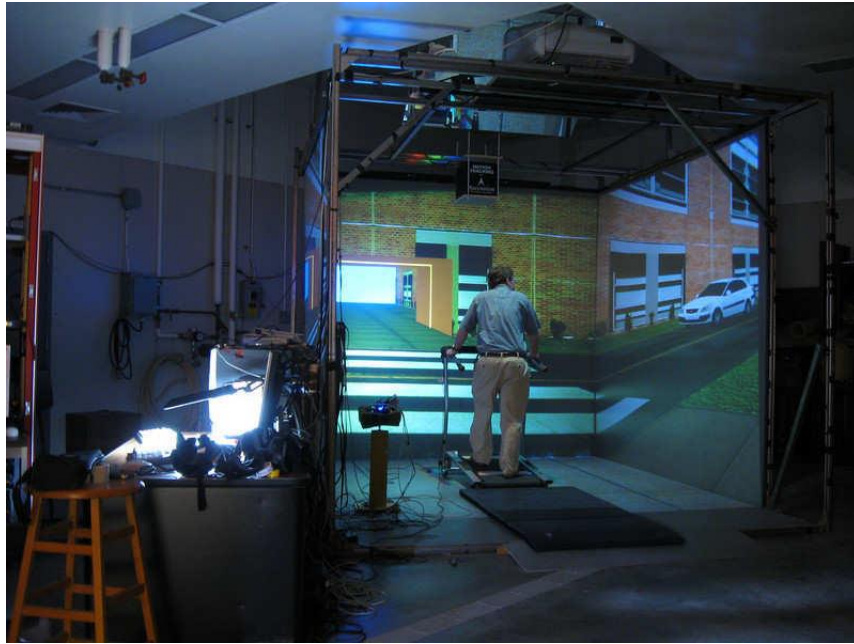


Figure 1:A CAVE system in Beckman Institute Illinois Simulator Laboratory: University of Illinois at Urbana-Champaign



Figure 2:Oculus Rift DK2 Model HMD

2.2.1.1 Three Dimensional Visualization

3D visualization is one of the earliest advancements utilized in IVR research and viable setups, and is appreciated as a core facility for most IVR use. Most 3D visualization technologies use similar techniques to stereoscopy method. This method grounds on the fundamental principle of binocular vision of human visual system. Stereoscopic techniques in general are based on presenting two slightly offset 2D images of a 3D scene. These two images are created with appropriate perspective and point of view in a manner corresponding to left and right eye of a human. Then representations of the two images are combined in the brain of the viewer and 3D depth perception is acquired.

3D visualization as a human-computer communication mediator can be provided by different technologies and devices according to characteristics and purposes of an IVR setup. One of two most common methods to achieve it is through a combination of a singular screen, on which both of pair images are projected, and appropriate special glasses to filter these pairs accordingly for the viewer's eyes; as it is utilized in Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) setups. Figure 1 shows an example of these setups. The other method is placing two separate screens or two separated fields of a screen in front of eyes of the viewer; as it is commonly applied in head-mounted displays (HMDs; see Figure 2).

2.2.1.2 Motion tracking

Intuitive interaction is highly important and even essential on some aspects to acquire immersion in virtual reality applications. Traditionally, human-computer interaction is implemented through devices like keyboard, mouse, controller, computer screen. In some cases; a computer-generated representation of user's body, which is termed as 'avatar', can be provided and placed in the computer-generated environment for user to interact through. Characteristics and capabilities of the avatar are identified in the application in use. For example, in some computer games, what the avatar figuratively sees in the virtual environment is projected on the screen. Players visually interact with the environment through screen and the avatar. Players can use assigned keys on keyboard to make the avatar move around in the

environment. Players can move mouse to change the direction that avatar looks, in other words they can change the direction of avatar's whole body or head. However, these traditional HCI devices are limited in terms of intuitiveness. Therefore, immersive virtual reality applications require more intuitive methods such as allowing users to control avatar's head by intuitively moving their own head.

Contemporary motion tracking technologies give the opportunity to track numerous movement of human body and to use this as data in order to interact with software. Body can be tracked as a whole; or different body parts can be tracked particularly. Head tracking is one of top priority in scope of VR applications. It allows users to intuitively move their head to look in the direction that they desire and observe the virtual environment in a manner that they do in real life. Further to that, head tracking is a crucial element of IVR applications with 3D stereoscopic visualization. If the real time rendering cannot be provided through a decent head tracking protocol, such applications can cause temporary discomforts (e.g. motion sickness, nausea, vertigo etc.) for user beyond failing the intended immersion.

Tracking hands and feet is another significant area for many IVR applications. Devices like data gloves, relative workstations, or optical tracking devices allow users to use their hands and gestures in order to interact within virtual environment in a natural and intuitive manner. On the other hand, special treadmills can be used to track motion of walking in order to provide an intuitive movement in virtual environment while giving a coherent kinaesthetic sensation of walking to the user.

2.2.1.3 Haptic Technologies

Haptic technologies have been in use in our daily lives in different levels for a long time, such as tactile feedback mechanisms on touchscreens of smartphones. Significance of haptic technologies for IVR grows especially on that haptic applications allow users to feel physical sensations of touching in terms of texture, weight and/or rigidity of an object encountered in a VE. Although haptic technologies seem like it is behind visualization or tracking technologies in terms of usability, effectiveness and affordability, related research and development gathered

momentum with growing presence of VR research and technologies in literature and market.

2.2.1.4 Spatial Audio

Spatial audio rendering is a well-developed area and an important part of IVR. Utilising auditory rendering capabilities of computers, combining with stationary auditory displays like speakers-based surround sound systems or head-based auditory systems like headphones allow participants to hear sounds simulated in a manner considering realistic sound propagation in a virtual environment.

2.2.2 Virtual Reality and Education

VR technology is developing and also becoming more popular every day, thus it takes more place in educational area too. Literature shows that it has been successfully employed in many educational applications (Pan *et al.*, 2006; Chittaro and Ranon, 2007; John, 2007; Rauch, 2007; Monahan, McArdle and Bertolotto, 2008). Virtual environments have been used in educational area, in many different types. These types vary based on being, such as: online or offline; single user or multiuser; non-immersive or in different immersion levels. Some of them were implemented for pure educational purposes while some were reinterpreted from or integrated into virtual gaming environments. Virtual worlds (VWs) are one of online and multiuser types, in which large amount of users can create an avatar, participate in activities, explore the world, and communicate with other users. Examples of such include Active Worlds and Second Life.

VEs used for teaching and learning purposes are known as virtual learning environments (VLEs). Research and application of such brought new insights into teaching and learning, thus it led to many studies experimenting with and evaluating VLEs, and publications issuing its various educational aspects (Akpan and Brooks, 2005; Childs, 2007; Mason, 2007; Dawley, 2009; Hew and Cheung, 2010; Jestice and Kahai, 2010; Petrakou, 2010). Capabilities provided by VR technology, especially ones which are unique to VR, can bring possibilities of new learning experiences which are again unique to educational use of this technology.

However, exploration and evaluation of theoretical approaches concerning learning and teaching are utterly important for implementing VLEs to meet educational purposes and assist the learning process appropriately (Chen, 2010; Mikropoulos and Natsis, 2011). Accordingly, especially in the last decade, this concern has been highly issued and experimented in the VLE research area, as it can be also traced through studies surveying the VLE literature like one of Duncan *et al.*'s (2012).

Immersion gathers a special attention in VLE research too as it does in VR research in general, because of its richness in terms of its unique potential for education (Bowman and McMahan, 2007; Chen, 2010). Winn (1993) argues this potential as that immersion can remove the interface and the subject-object boundary between user and information in a computer. He suggests that immersion can engender a first-person experience which is personal, direct, subjective and often tacit, thus an immersive VR allows the learner to use this experience to create the kind of knowledge that s/he cannot acquire through a non-immersive system or a traditional teaching method based on third-person experiences. Therefore, immersion factor and unique potentials that it brings to a VLE require to be distinctively overseen while theoretical approaches are being employed.

2.2.2.1 Learning Theories in Virtual Learning Environments

Educational theories and strategies which have been commonly issued in the literature regarding theoretical or experimental studies on implementation of VLEs are explored in this section. These theories and strategies were selected based on author's review of literature and reviews from several comprehensive studies (Savin-Baden *et al.*, 2010; Dass, Dabbagh and Clark, 2011; Mikropoulos and Natsis, 2011; Wang and Burton, 2013; Loke, 2015). It seems that constructivist theories and experiential learning have the predominance among others, as it is also reported in the studies mentioned above.

Constructivism

Significant amount of work on constructivism can be traced back to individual works of Jean Piaget and John Dewey. According to constructivism, knowledge is

constructed by an individual. This occurs through interaction, as a first-person experience, between the individual and the environment. Piaget (1970) specifically mentions that both bodily sensorimotor activities and mental operations are involved in such interactions. Constructivist learning theory proposes that learners construct meaningful knowledge from combination of such individual experiences and their own existing knowledge (Huang, Rauch and Liaw, 2010), by actively engaging in authentic and reflective learning activities (Chen, 2010). In terms of course design, it focuses on how a learning environment should be designed, rather than instructional sequences (Jonassen, 1994).

In VLE research, principles of constructivist learning theory are considered as fundamental and a reliable basis for implementation of effective VLEs, by many researchers (Mills and de Araújo, 1999; Taxén and Naeve, 2002; Chittaro and Ranon, 2007; John, 2007; Dimitropoulos, Manitsaris and Mavridis, 2008; Shih and Yang, 2008; Virvou and Katsionis, 2008). Winn (1993) promotes especially immersion on this issue; by pointing its potential of providing the kind of first-person experience which is compatible to the one argued by constructivists. Yet again, in order to meaningfully employ the constructivist learning theory for implementation of a VLE, it is crucial to specify the aspects of interactions provided in the VE and how these aspects may help to construct any particular knowledge according to constructivist principles.

Social Constructivism

Social constructivist views considered in VLE research can be traced back to the Vygotskian theory of social constructivism. Vygotsky (1978) emphasizes social practices and individuals' internalisation of them for learning to happen. According to him, such practices involve verbal activities as well as bodily hands-on activities. Furthermore, Jonassen (1994) indicates importance of collaboration and social negotiation in construction of knowledge. Research on educational VEs shows that these environments can support social negotiation and collaboration in learning as constructing knowledge (Mikropoulos and Natsis, 2011). Such social interactions in

a VE can be provided between participants as well as between participants and computer generated characters.

Experiential Learning

Major amount of VLE studies issuing experiential learning cite Dewey (1998) and Kolb (1984) who also drew from Dewey's work. Kolb's theory employs active experimentation and "concrete experience" (Kolb, 1984, p.30); and suggests that students learn through what they personally experienced by reflecting on this experience so that they can make meaning of it to the extent that they can act creatively in new situations. Therefore, in order to employ experiential learning theory for implementing a meaningful VLE, it is crucial to identify the analogy between what is drew from the theory (e.g. concrete experience) and its correspondent theme in the applied VLE.

Situated Learning

According to Lave and Wenger's works (Lave, 1988; Lave and Wenger, 1991; Wenger, 1998), which are widely cited for this issue, situated learning theory suggests that humans think and act in a manner which is highly related with their sociocultural context. In situated learning theory, learning is actively acquired through what is experienced within the provided context. Situated learning occurs as students use their critical thinking and kinaesthetic abilities through cooperative activities within the context involving a particular social and physical environment. Therefore, in order to employ situated learning theory for implementing a meaningful VLE, it is crucial to identify the context provided in the VLE and how it may lead learners to think and act as they would in real-world situations.

Problem-based Learning

Problem-based learning (PBL) as an educational strategy has various definitions. Generally, it can be explained as a strategy which starts with an open-ended real-world ill-structured problem. In PBL, learner has control over all problem-solving process and learning process. In addition to content knowledge, process skills and

learning attitudes such as critical thinking, reasoning, self-directed learning, finding and using appropriate resources, and planning the process' itself are emphasised as learning outcomes of PBL. (Kwan, 2009)

A VLE can simulate a real-world problem with its context. An appropriate application of VLE employing a PBL strategy can provide opportunity for students to explore the structure of a problem, to work with it, and to construct new knowledge, according to provided immersion, context, and interactions allowing free discovery (Huang, Rauch and Liaw, 2010).

In addition to these theories and strategies; self-efficacy, motivation, and cognitive load topics are also often issued in VLE research studies. Self-efficacy can be defined as an individual's belief in his/her capability to accomplish a particular task; and it is influenced by enactive experiences, vicarious experiences, verbal (motivational) persuasion, and psychological and affective states (Bandura, 1997). For example, one's successful performance on a particular task increases her self-efficacy about performing the same task in future. Some studies (e.g. Henderson *et al.*, 2012) try to improve students' self-efficacy about real-world tasks by simulating the task in VE for students to practice. Motivation is considered as a major cognitive factor in learning process (Sutcliffe, 2003). As an example on relation between motivation and VLEs, Limniou *et al.*'s (2008) study shows that an immersive 3D VLE, compared to a two-dimensional animated environment, can increase students' motivation. About cognitive load, it is suggested that a realistic and immersive VLE might reduce cognitive load during the learning process (Wetzel, Radtke and Stern, 1994), and thus it provides knowledge acquisition with less of a cognitive effort compared to traditional methods (Chittaro and Ranon, 2007).

2.2.2.2 VR in Architectural Design and Education

Advancements on VR and related HCI technologies sourced new ideas and opportunities for not only profession of architecture and other design disciplines but also their education. Paradigm shifts on space, perception and interaction methods, led by these advancements, created new demands and gathered attention on related interdisciplinary studies. Scholars from various disciplines like computer science,

cognitive science, psychology, pedagogy, and design theory to directly or indirectly contribute to the research on use of virtual reality in architecture and its education.

In 90's, studies about VR in architecture primarily made progress upon exploratory applications. In beginning of 2000's, it was argued that IVR systems need to become affordable, dependable, and offer high value over alternative approaches, to be used widely; and that even if IVR technology can fulfil this concerns "...appropriate application software for architectural design and interoperability will be the next big issues to be resolved before VR systems can become design tools." (Paranandi and Sarawgi, 2002) Focus started to move from the question of "Is VR useful or not for education?" to "How to design and use VR to support the learning?" (Mantovani, 2001), and pedagogical needs were remarked on integration of such technologies (Hamza and Horne, 2007).

In 2000's, studies concerned more about three research areas, respectively, (1) design method; (2) theory, history and architectural critique; and (3) human interaction with the space and artefacts (considering ergonomics and perception), according to papers presented in annual conferences of the ACADIA, ECAADE, CAAD Futures, CAADRIA, ASCAAD and SIGRADI (Freitas and Ruschel, 2013).

Without being limited to an educational framework, many studies contributed to the field through various aspects. Topics like modelling, designing, collaboration, representation, and spatial perception come to the forefront among these.

In relation with representation and interaction capabilities of VR technology, use of VR as a design tool is an important and highly focused area. Examples of applications developed for such use range from sketch tools based on desktop-VR systems, like the DDDoolz which was implemented for use in early design (Achten, De Vries and Jessurun, 2000), to real-time fully immersive 3D design tools, like the CAVE-CAD which was implemented to allow carrying out the entire design process within a high-fidelity immersive CAVE facility (Zhang *et al.*, 2011). Based on the criticism pointing out that all design tools have their own shortcomings, hybrid design environments and methods combining the use of both immersive and traditional design tools are also explored in the field (Okeil, 2010).

Design studio is a crucial part of architectural design education. Collaborative designing and learning are emphasized in different manners in design studios. Benefits of such collaborations on architectural design education were addressed before (Kvan, Yip and Vera, 1999) and they were also utilized in studies of many scholars exploring use of virtual environments in design studios of architecture schools. In this manner, Virtual Design Studio (VDS) have been used in 90's as an environment for design teaching and even collaborative IVEs have been used for design reviews (Davidson and Campbell, 1996). Collaboration utility of VDSs is still evaluated and emphasised in cases of various platforms including virtual worlds like the Second Life (Gül, Williams and Gu, 2012). However, integration of immersion into interactive design activities in VDS was explored more in 2000's and later (Schnabel, 2011). For example, a study of Schnabel and Kvan (2002) aimed to explore how designers create and communicate early design ideas through IVEs.

Visualisation, navigation, and interaction methods were highly issued in terms of representation and perception of architectural spaces in VEs. Some studies (Henry, 1992; Nikolic, 2007; Zikic, 2007) explored correlations between tech-based components of VR systems and their effects on architects' spatial comprehension; and IVEs were compared to real-world environments in terms of spatial comprehension they allow (Angulo, 2015). Such studies commonly focused on perception of space dimensions (e.g. area, size, proportion, etc.), perception of spatial orientation, and the affective appraisal of the spaces in order to measure and/or compare the level of spatial comprehension, based on the idea that IVR can effectively represent both quantitative and qualitative aspects of architectural spaces. Additionally, within the context of architectural design education, VR components like field of view, stereoscopic display, interactivity, and navigation through the VE are emphasised; and it is suggested that VR systems utilising depth perception can represent spatial information to students in a more efficient and less misleading manner compared to the traditional techniques (Kalisperis *et al.*, 2002). Furthermore, Schnabel (2011) argues that use of VEs as a 3D design tool enhances designers' spatial comprehension in a manner employing lesser cognitive load than use of traditional design tools

In terms of spatial comprehension in architectural VEs, bodily interaction is also another topic of interest, although it is not widely issued. Research indicates that users utilise *egocentric* reference frame by comparing their own body with the objects in space for understanding size and proportions and possibly for spatial reasoning during the exploration of IVEs (Roupé *et al.*, 2012).

It is acknowledged that VR can support design education with its potential benefits like the ability to test and communicate ideas in an immersive 3D environment which provides real-time feedback during the design process (Sala, 2007; Whyte, 2007). Additionally some evidence has been provided that VR can help to increase student motivation and effective knowledge transfer because it can constitute an experiential environment during the learning process (Mantovani, 2001; Horne and Thompson, 2008). Although research on VR use in architectural design education provide a general framework of knowledge and it is supported with practical and experiential studies of educators in architecture schools, methodologies considering intrinsic cognitive needs of architectural design teaching and learning requires more investigation for effective integration.

CHAPTER 3

METHOD OF INQUIRY

3.1 Hypothesis

IVR technologies can be utilised to enhance novice architecture students' process of learning how to design in human-scale.

3.2 Research Questions

Aiming to explore potentials and the role of IVR as a computer aided learning medium for learning how to design in human-scale in architectural design education, this study investigates these research questions:

- What can an IVR implementation provide as a learning medium in terms of learning how to design in human-scale in architectural design education?
- How can such IVR implementation be integrated into architectural design education?
- How can such IVR implementation be evaluated?

3.3 Review of the Literature

The first half of the reviewed literature proposes a framework which indicates that such educational design tool should:

- encourage the inquiry of both content and the learning process,
- encourage students to involve more in critical thinking process,
- enhance learning by meaningful experiences related to the aimed learning outcomes,
- provide usage in an easy, natural and intuitive way,
- be implemented by focusing on fundamentals of physical, virtual and cognitive dialogues which occur between human, computer and information.

In the second half of reviewed literature, VR technology, its affordances, theoretical bases, educational use and related learning theories/strategies, and its use in architecture and in architectural design education are explored. This review proposes a framework that emphasises the immersion as most unique utility of VR technology with most unique educational potentials. It also emphasises the requirement of in-depth investigation of VR utilities in relation with educational theoretical bases for implementing meaningful VLEs.

In terms of architectural applications, literature provides considerable amount of studies on investigation of the representativeness and usability of immersive virtual environments. Issuing quality and type of software and hardware components as a part of a virtual reality setup, many researches have been aiming to evaluate and/or improve accuracy of the representativeness of VR; people's perception of distance/size/angle, sense of orientation, wayfinding, creating cognitive map of the environment. Clearly, people's overall spatial comprehension and effective spatial cognition in a virtual environment is highly significant especially in terms of use of VE as an architectural application. Regarding this, the author has also conducted some informal studies preliminary to this thesis. These studies have investigated a comparison between 2D vision provided by a computer screen and 3D stereoscopic vision provided by a VR-HMD in terms of their representativeness accuracy and effects on user's spatial comprehension of an architectural virtual environment. Participants of the experiments were recruited from architecture students who are on their early years of education. Results of these studies have demonstrated no significant difference between two visualisation methods. Additionally, during use of HMD, some students expressed a sense of disorientation, and even some students

got motion sickness. It was also noted, for future studies, that interview with students tend to suggest that experience in computer usage and in playing computer games might be related to the disorientation problem. Advancement of such studies is naturally effected by the current pace of technology as well as by the lack of in-depth investigation about space-related cognitive skills and evaluation methods of these skills. These difficulties are also indicated by contributions from disciplines like visual cognition and design cognition. In a similar manner, motion sickness and disorientation problems are issued by VR developers in the market and scholars from disciplines related to VR (hardware and software) development.

On the other hand, in terms of research on VLEs for architectural design education, literature mostly provides a general framework of knowledge about potential benefits regarding spatial perception, affective appraisal of spaces, motivation, collaboration, representation, practical use as a design and/or modelling tool. This research is also supported by practical and experiential studies of educators in architecture schools. Furthermore, it is highly emphasised that the explorative and engaging nature of immersive virtual environments is of vital importance in terms of preparing and presenting this technology as an educational tool. Immersion and the opportunity to experience (an architectural space) are the essence of this nature. Additionally, educational theories and approaches are also crucial in such implementation and integration, as it is widely asserted in the literature. However, investigation of; immersion methods, what they can bring specifically for architectural education, which educational objectives can be enhanced or newly implemented by utilisation of them, and theoretical bases of such educational applications is very limited. Therefore, this study aims to focus and to contribute in this area of research.

At this point, an approach is constructed for implementation and integration of an educational architectural design tool which utilizes immersive virtual reality technology to issue the nature of the stated problem. This approach centralises on three concerns: (1) educational objectives (with identified learning outcomes to focus on); (2) unique utilities provided by VR technology; and (3) learning theories and strategies. Items which are issued under these concerns should be reciprocally analysed and identified in a manner in which each item of different concerns are

aligned to benefit from each other effectively. Additionally, the educational design tool to arise from this alignment should be able to respond to the expectations indicated in the first half of the literature review.

3.4 Synthesis

Developing an understanding on scale and dimensions is crucial in architectural design education, especially in terms of learning how to design in human-scale. During the entire architectural design education, students are expected to develop this understanding through repetitious practice of creating, observing and analysing representations involving different scales and viewpoints. However traditional representation tools including computer aided ones are limited in terms of transmitting a perfect sense of scale of an architectural space. One can easily suggest that VR technologies can be helpful in this area, based on its capability to provide an experience most analogous to being in an architectural space, even if that space does not exist as its intended form in physical reality. As one of most common examples to provide immersion via VR, walkthroughs involving 1:1 scale 3D visualisation combined with head-tracking utility provide a great potential to aid this issue. However, considering the literature and preliminary studies of the author, these utilities alone in comparison with traditional methods do not provide big direct advantages in terms of perceiving scale and dimensions of a large architectural space, although they can be supportive and beneficial in general terms if they are combined with other methods or tools.

On the other hand, first architectural design assignments in architecture schools involve relatively small scale and less complex architectural spaces. Students are expected to study form, scale and dimensions of these spaces in a way to fulfil the spatial needs required by simple use cases and activities which can be generated by student or which usually are readily assigned by the instructor.

At this point, understanding spatial needs of human activities based on use cases and responding these needs through dimensional decisions in an adequate scale compose an important dialogue. Such dialogue is most evident in designing architectural elements with which humans bodily interact. These architectural elements include

building components like doors, windows, stairs, etc. and furniture. Getting familiar with this dialogue in early phases of architectural education might help to develop an understanding on spatial needs of architectural spaces in terms of scale and dimensions.

Furthermore, using human figures and drawings and models of adequate human-scale architectural elements is an important practice to understand and study the scale of architectural spaces through representations. Drawings and models of such objects serve as a reference to compare with the rest of spatial components that take place in same representation. This practice and kinds of knowledge acquired through this practice are fed by different sources. One among most common types is sources providing technical drawings and metric information of architectural objects within a standardised manner, like Neufert et al.'s (2012) "Architect's data". Technical drawings of built architectural examples also can be utilised similarly.

Students can directly reproduce what these sources provide; or further they can utilise these to acquire an understanding about human-scale and scale of architectural objects and spaces as much as their existing conceptual and experiential knowledge about scale of everyday objects allow. Such knowledge based on students' personal experience is also one of sources mentioned above. In other words, students can acquire such knowledge through their bodily experience of interaction with human-scale architectural objects in real world, continuously adding to their past experiences; thus they can utilise this knowledge in their educational practice. In addition to the interaction with objects, students can also explore size and scale of these objects by actually measuring examples of them in real world. Additionally, sometimes instructors encourage students towards this kind of practices if they consider that it is necessary.

Students are expected to utilise all these sources and to reflect what they learn, in their design process and proposals. In an ideal design studio, instructors motivate students to utilise these sources; evaluate their design process, proposals, and representational products; and guide them through feedbacks. However, through a type of evaluation which highly focuses on product, it is not likely to truly assess what students have learned, how they have learned, which learning attitudes and/or

skills they have utilised and developed through learning/designing process. Especially during the evaluation of a highly functional well designed product, it is hard to truly assess whether the student have realised high quality learning during the process, or just have copied one type of functional and practical information to get a result.

Utilising all these learning practices mentioned above and combining them in an efficient manner highly depend on students' own efforts, motivation, and cognitive abilities. Additionally, not all students need to utilise every practice for every single item on every project. Sometimes students can be already familiar with scale and dimensions of particular architectural elements, or they can copy such information and integrate into their design and still develop their design skills on different aspects. However, a more sophisticated educational purpose stand still at this point, which is acquiring skills of critical thinking and reasoning, and being aware of the value of the related information, sources and learning practices. This situation points out an ambiguity in terms of learning how to design in human-scale. Most importantly, this ambiguity can mislead students' self-awareness on what they know or what they are capable of; and can affect students' creativity and learning attitudes in the long run. Problems related to the assessment remind that it is also crucial to investigate how to assess any method to respond these issues. This is explored and argued later on this chapter.

Considering learning about architectural elements with which humans bodily interact, it can be proposed that VR's immersive utilities, which can provide the awareness of one's own body and the opportunity to interact via this body in a VE, can be helpful. Students might experience bodily interaction with architectural elements and also might use their body as a reference in an IVR application which can provide these utilities in addition to 1:1 scale 3D visualisation and head-tracking utility. This might be helpful especially in case of architectural elements, objects, spatial compositions and/or use case scenarios which students are not very familiar with. This can be also aligned with 'learning by experience' approach. However, this study pursues a more comprehensive educational purpose and perspective. The purpose is to provide a practice for learning on how to define a problem, to gather information, to question, to relate different information and ideas, to use critical

thinking and reasoning skills, and so on while approaching a design problem. In other words, the purpose involves not only experiencing the particular architectural compositions or elements but also experiencing the process of such problem solving.

At this point, Problem-Based Learning (PBL) can be an adequate learning theory for the pursued approach to base upon. Proposing an educational tool and a method for using it aligning with PBL in such manner would also be able to serve Inquiry-Based Learning (IBL). It could encourage the inquiry of both content and the learning process; encourage students to involve more in critical thinking process; and enhance learning by meaningful experiences related to the aimed learning outcomes. Such learning process is influenced under variety of cognitive skills and thus the learning style of individual students. Therefore, the application should be able to serve in a design/learning activity in which students can experience their own unique design/problem-solving process, do self-assessment, and thus construct meaningful knowledge from combination of individual experiences and their own existing knowledge, by actively engaging in authentic and reflective learning activities. Such claim requires an alignment with and guidance of a comprehensive learning theory like Constructive Learning Theory (CLT). This theory is highly issued in Virtual Learning Environment (VLE) research area and even suggested by many researchers as fundamental and a reliable basis for implementation of effective VLEs. Furthermore, as this theory emphasises the design of learning environments rather than the design of direct instructions, it can guide the boundaries and bring a better definition for the application and the method of using it.

The analogy issued here so far draws a frame to define an adequate IVR application and an integration method for it. Accordingly, this application should allow an immersive experience by which users can visually explore the environment in 1:1 scale, and directly in true 3D. Even if these utilities alone cannot provide direct benefits for the primary issue of this study, they are fundamental to visual immersion and most certainly complementary to the other immersive utilities. As the human-scale and understanding the environment in response with human-scale are primary in this issue, this application should also allow users to understand their own scale and to make comparisons between their own body and the environment through visual exploration actualised via natural body movements. Considering the relation

between dimensions of architectural elements and humans' bodily interactions with these elements, this application should provide the experience of bodily interaction with the environment. For the sake of the alignment with PBL and CLT, this application should constitute a learning environment which can be designed and utilised by instructors according to the issued design problem. Discourse on the Media Interaction Model issued in architecture schools and from the discourse related to the integration of computer technologies into design education also bring some guidelines for this implementation and integration. Accordingly, this implementation and integration should be realised by focusing on fundamentals of dialogues which occur between human, computer and information. The media to be implemented should provide easy, natural and intuitive usage. It should not only provide easy access to various kind of information in itself but also be adequate to be utilised in a design/learning process in which the designer/learner alter in between multiple different media.

At this point, further investigation requires an experimental study involving an Immersive Virtual Learning Environment which is implemented and integrated accordingly in an adequate educational scenario. Such experimental study also requires an adequate assessment method in order to gather tangible information and to provide a reliable analysis. This assessment method is explored under the next title in this chapter. Further information about the experiment, the application and the educational activity which are proposed and explored by the author is provided under "Experiment Design" title.

3.5 Bloom's Taxonomy, Revised Bloom's Taxonomy, SOLO Taxonomy

Architectural design process is not necessarily a linear process. It involves; problem defining, setting priorities, considering prior knowledge, research, intuitive exploration, experimenting, discovery, making logical decisions corresponding to a part and to the whole, and many other acts; reconsidering these acts with their cause and effects on new steps; and iteratively redefining the path (i.e., identifying the new step) along the way. Therefore, it already involves some learning and knowledge construction which vary in content, context, method, quantity or quality from one

design to another. In addition to this, any design process performed towards fulfilling the requirements of an educational activity can serve to a superordinate agenda to train learners by providing rich opportunities and by encouraging them to experience these various acts and eventually various paths, in a meaningful way. Accordingly, as a method for investigating the quality of learning through a design process/learning activity, considering the learning as an iterative process which is always influenced by internal and external variables, and thus evaluating it by the level of its complexity and sophistication coheres with the nature of design, more than considering the learning by its separately defined cognitive processes with pre-identified outcomes does. In this case, this coherence becomes more prominent, considering that this study aims to investigate the involvement of certain components of the learning environment in students' proceeding in complexity of implementing a principle to an open-ended design task along the process.

One of the most widespread and influential techniques to evaluate the quality of learning through student output is the Bloom's Taxonomy which was proposed by educational psychologist Benjamin S. Bloom and his colleagues in 1956 as a framework to classify educational objectives. They categorized thinking behaviours involved during the learning process into domains, and these domains into sublevels. The cognitive domain among three major ones including also affective and psychomotor, contains six levels as (1) knowledge, (2) comprehension, (3) application, (4) analysis, (5) synthesis, (6) evaluation.

In 2001, a revision of Bloom's taxonomy was published by Anderson & Krathwol. They derived to a more dynamic conception of categorization of educational objectives, by reconsidering the cognitive domain with its relation to both knowledge dimension and cognitive process dimension. In the revised taxonomy, any educational objective to be classified is considered with its particular statement containing a verb and a noun. The verb refers to the intended cognitive process. Categories of cognitive process dimension are –from simple to complex- (1) remember, (2) understand, (3) apply, (4) analyse, (5) evaluate, and (6) create. On the other hand, the noun refers to the relevant knowledge. Categories of knowledge dimension are -from concrete to abstract- (1) factual knowledge, (2) conceptual

knowledge, (3) procedural knowledge, and (4) metacognitive knowledge. Therefore, learning objectives are defined and determined through a two dimensional matrix.

Although Bloom's Taxonomy has been proved to be useful, it is also argued upon some difficulties it involves. For example, Biggs and Collis mention that it "is really intended to guide the selection of items for a test rather than to evaluate the quality of a student's response to a particular item" (Biggs and Collis, 1982). To illustrate, a teacher can set some particular items associated with different levels of cognitive domain to assure if student is able to give responses in these particular levels. Consequently; it is difficult to employ this taxonomy meaningfully in scope of open-ended design tasks.

An attempt to utilise the revised version of the taxonomy in this study draws a situation overlapping with this argument. Revised Bloom's taxonomy (Anderson and Krathwohl, 2001) suggests beginning with a learning objective which might be (in case of this thesis) "Students should learn to apply the principle of human-scale design". This objective cannot be straightforwardly taught; and cannot be truly assessed through evaluation of a design product proposed by the student. Learning such knowledge involves acquiring many different types of knowledge and/or skills in terms of different cognitive processes such as;

- (Remembering) identifying user needs and use case scenarios,
- (Understanding) interpreting user needs and use case scenarios into spatial needs,
- (Applying) implementing the procedure of finding relative information (from published media, built examples, or by imagination and experimenting),
- (Understanding) interpreting graphical and/or numerical information provided as standards or functioning examples into responds to needs of use case scenarios in the form of a mental imagery,
- (Evaluating) detecting inconsistencies of particular elements in products in terms of human-scale and overall scale of the whole product,
- (Creating) produce an architectural space based on criteria corresponding to the principle,

- (Creating) hypothesising user needs and scenarios (which were not experienced by the student before) based on the principle, etc.

In this case, particular instructional activities and assessment methods can be designed, corresponding to each type of knowledge and/or skills. Furthermore, alignment between the objective, instructional activity, and assessment should be examined. This examination emphasises consistency in terms of intended student learning. However, knowledge types exemplified above are not necessarily required to be utilised altogether and equally efficient by all designers; nor for all design problems. Utilisation of these knowledge and/or skills always depends on students' cognitive skills, self-awareness, and personal preferences as much as it depends on experts'. In this case of proposed learning objective, enforcing strict instructional activities and assessment on specific knowledge and/or skills does not truly cohere with the nature of design education.

Additionally, Bloom's Taxonomy involves the assumption that its proposed levels of cognitive domain are ordered in terms of cognitive complexity. Bloom and his colleagues make the assumption through surveying the opinions of psychologists and educators. Such assumption is also inherited in Revised Bloom's Taxonomy. To illustrate, it is believed that understanding is more complex than remembering; applying is more complex than understanding, and so on. Therefore, this hierarchical order is questioned in the literature to an extent that it is argued and suggested as a weakness of the taxonomy which calls for another revision of it (Marzano and Kendall, 2006).

Another technique among most notable ones which are utilized to evaluate the quality of learning is the SOLO Taxonomy developed by Biggs and Collis (1982), where SOLO stands for the Structure of the Observed Learning Outcome. Biggs and Collis derive from Piaget's theory of cognitive development and particularly the developmental stages in thinking. They argue that there are also stages within a hierarchical order, which realise in process of learning. According to their argument, these stages are not identical with, but derive from those developmental stages; so thus their hierarchical order. Accordingly, in terms of evaluation, they focus on the structure of the actual responses that students give to particular learning tasks, rather

than any concept of cognitive structure of the individual. Additionally, Biggs and Collis investigate this idea through direct research on student learning, in which they study the organisation of responses from a large number of students from various educational levels, in various subjects.

One of most advantageous features of the SOLO taxonomy is that it is applicable to open-ended tasks because it focuses on the structural complexity of any response given by the student. SOLO taxonomy involves five levels to describe the structural complexity of a student response. These levels are respectively; (1) prestructural, (2) unistructural, (3) multistructural, (4) relational, and (5) extended abstract among which the last one corresponds to the highest level of structural complexity. These levels also differ in terms of required capacity of working memory; and relating operations, consistency and closure involved in the performance. Table # which is originally created by Biggs and Collis outlines the basic features of these levels, and their correspondence with the developmental stages. Accordingly:

- A prestructural response involves no adequate knowledge, but incompetence. Sometimes it can be observed that it involves an attempt to create a link between response and the given cue (i.e. question) by using an irrelevant information or tautology.
- A unistructural response provides a link between response and the given cue through one relevant aspect, information, or datum.
- A multistructural response provides a link between response and the given cue through multiple relevant aspects, information, or data. These aspects are not necessarily independent from each other, but the response does not employ a linking concept or any interrelation over those aspects to create a consistent conclusion.
- A relational response goes further than a multistructural one. It provides multiple relevant aspects, information, or data and issues them in a conceptual scheme. Through employing a linking concept or interrelations over those, it constructs a consistent conclusion within given context.
- An extended abstract response provides what a relational response can, but further conceptualise all the relevant aspects, information, or data, and their

interrelations at a higher level of abstraction. It introduces an abstract principle, deductions, and/or analogies which were not present as any kind of cue; yet it explores their compatibility with another and with the integrity of whole response.

The approach pursued in this thesis aims to propose a virtual learning environment as a tool, and a framework to meaningfully integrate it in a particular kind of problem solving activity. That kind involves an open-ended problem. Considering that it is a design problem, it constitutes a process in which various learning attitudes, various kinds of information and aspects are issued iteratively. These varieties are not predetermined and are under influence of students' personal capabilities and preferences as well as the context of the given design problem. Therefore, an objective and systematic evaluation of students' unique performances of same (design) problem solving activity involving the provided learning environment is required in order to further investigate the tool and the framework of its integration to be proposed. Under these circumstances, the SOLO taxonomy might preserve a great guidance for such evaluation.

In terms of investigating an individual's design performance, individual's design process becomes prominent. As it is also argued earlier in this chapter, evaluating a design product constitutes limitations in terms of evaluating students' intentions and learning attitudes they utilised during the design process. Consequently, with a certain focus on the design process, the whole performance should be considered as the response which student constructs for the design task, in order to utilise SOLO taxonomy into a proper evaluation. This requires an experimental design in which adequate type and amount of data can be collected from the individuals' actual design processes in order to analyse their structural complexity. The experimental design, its association with SOLO taxonomy, and proposed criterion framework that enables the evaluation will be discussed next in this chapter.

3.6 Method

It is already difficult to make qualitative or quantitative research in fields of VR, architectural design and design education. This study aims to contribute to an

interdisciplinary field which integrates these fields. Therefore, in order to make a tangible investigation, various methods are combined to reach meaningful and measurable data. These methods and how they are utilised during this study are elucidated in this section; and elaborated in following sections under this chapter.

This study focuses on utilization of IVR technologies to enhance novice architecture students' learning of how to design in human-scale. Deriving from the review of the literature, initiated research questions and preliminary studies of author, a framework is reached for implementation and integration of an IVLE into architectural design education. This framework arises from the reciprocal analysis of educational objectives (with identified learning outcomes to focus on), unique utilities provided by VR technology, learning theories and strategies. Accordingly, this framework identifies features of the IVR application; and premises its use as a learning-environment during the design process for a given design problem. At this point, further investigation is required in order to discuss potential effects of such application to learning in the issued context.

Bodily activity is highly crucial in terms of human-scale design. There is a strong and direct relation between these two subjects in many cases. Even if the knowledge about this relationship is not reconstructed from the ground by every designer nor during every design decision, an understanding about it should be acquired by architect for him to be able to comprehend what he is doing, why he is doing, and how he is doing when it comes to making a design decision which is anyhow related to a bodily activity. What can be designed and how can be designed is limitless. On the other hand, what can be learned about how to design is also limitless, but what can be taught and how can be taught is limited in educational means. Accordingly, putting an effort into teaching how to design a certain thing by using a certain strategy for a certain design problem starts to lose its meaning in this case.

A superordinate educational purpose is that students should learn how to do reasoning and critical thinking in a way examining the aforementioned relation. Deriving from the constructivist learning theory and the problem-based learning, it is believed that adequate learning environment and learning activities, in other words providing a meaningful experience of the act which is to be learned can lead

meaningful learning in this context. Therefore, this study aims to introduce students to a kind of design practice in which such reasoning and critical thinking is highly issued. It aims to familiarise students with such design thinking process. Accordingly, the purpose at the hand should be to provide a learning environment which can meaningfully fertilise the act of such reasoning and critical thinking. Therefore, what should be investigated in the first place is potential of the proposed learning environment to provide a meaningful experience of such design thinking activity.

In a case where a student responds to a particular type of design problem and s/he uses the proposed IVR application during the process, it can be observed that if student experiences certain bodily activities (via being immersed in the VE); and separately it can be evaluated that if student proposed a good end-product in terms of human-scale. However, the question here is: What is the quality of students' process of problem solving and making design decisions during such design activity? Furthermore, to what extent do they utilise the related immersive features of the application into the problem solving process? To what extent those utilisations enhance the quality of problem solving process?

Indubitably, such questions request a comparison of two situations: one where the application is used and the other where the application is not used. Therefore, author decides to make an experiment that would allow a comparative analysis. Furthermore, according to the questions pursued, focus moves from evaluation of the end-product to evaluation of the process of problem solving and evaluation of how students build their final solutions against the problem. In other words, intended learning outcomes are sought mainly in the process rather than solely in the end-product. Therefore, it is aimed to investigate the problem solving process; and to question how students construct their final design decisions. Type of information which is required to be analysed towards such aim could be gathered most viably through a protocol analysis.

It is important to note here that not only numerical or graphical representation of design decision but also a body of information of how and why that decision is made, altogether constitutes a response to an open-ended problem, in its context. To

answer this experiment's main questions requires an adequate evaluation method which can not only meaningfully identify the quality of such response but also allow to systematically distinguish different qualities, how these qualities are achieved, and how any particular information or datum included in the response contribute to the identification of the quality. Such systematic evaluation method can be derived from the SOLO Taxonomy.

So far, this study employs a kind of design activity which can be realised in a design studio course; and investigates students' problem solving process and behaviours as their performance during such design activity. Considering this feature of the study which asks how and why questions about a design process, the case study research method becomes prominent as a good fit to this study. This adequacy sustains with the aspect that the protocol analysis method is also adopted in this study. Some researchers (e.g.: Rankin, 1988; Charters, 2003) using and studying the protocol analysis methods suggest combining with the case study method especially when it comes to analysis of verbal protocols.

Surely, there are various ways to follow in order to make a comparative analysis or a protocol analysis or a case study; these methods have also various aspects to be approached carefully. Additionally, all these ways and aspects of methods, and aspects related to the issued design problem and type of design activity interactively involve in the design of experiment's procedures. Therefore, how these methods were employed in the experiment design is explained next, step by step along with the experiment procedures.

3.7 Experiment Design

This experiment was designed to investigate potential of the proposed IVLE application on providing a meaningful experience of solving a design problem during a design/learning activity in terms of learning how to design in human scale. What is meant by "a meaningful experience" is that students consider bodily activities, capabilities of a human body, and how these can play a role in their design decisions; and accordingly make appropriate design decisions through reasoning and critical thinking.

The activity was considered as an exemplifying design exercise which can be executed in a design studio course. It aims to encourage students to consider bodily activities, capabilities of a human body and how these can play a role in their design decisions, during the actual design process. Accordingly, an appropriate design problem was prepared to ask students to design an architectural space including architectural elements which are related to bodily activities in terms of size and form. Additionally, an appropriate IVR application was built by the author in order to provide for students to utilise during the design exercise.

3.7.1 Participants

The experiment was conducted via voluntary participation of students who are in their first month of 2nd year architectural education at universities in city of Ankara in Turkey. Educational level of students and timing of the experiment are important and on purpose. These students usually are not familiar with how to design in human-scale and with architectural standards. However, they are supposed to have enough knowledge and experience on sketching and designing to be able to make design decisions and express these decisions and related thoughts in forms of drawings, diagrams and text. Furthermore, this criterion also corresponds to this study's intentions argued in the problem statement.

3.7.2 Design Problem

This study aims to explore how students respond to a particular type of design problems in a given educational scenario. Most identifying feature of the type of design problem issued here is that solving such problem requires considering bodily activities, capabilities of a human body, and how these can play a role in design decisions. In this sense, making of any design decision which has these requirements involves a problem and a response in itself, although it cannot be entirely separated from its superior design problem. For example, making decision on any single measurement of an architectural element, premising that decision has the requirements mentioned above, constitutes a problem solving activity which corresponds to the type issued here. However, that single decision making cannot be

separated from concerns related to rest of the object or the architectural space which contains it. Therefore, it should be addressed in a suitably larger design problem.

Accordingly, participants are asked to design a 20 m² kitchen area including kitchen fittings and furniture as a part of a single-floor family house, for a wheelchair user. Kitchen area as an architectural space, and kitchen fittings and furniture as architectural elements were requested because it was aimed that what are asked to design are related to bodily activities and human scale as much as possible. Floor area was kept at 20 m² for keeping the problem simple and focused. For the very same reason, participants were notified that the kitchen is a part of a single-floor family house. Accordingly, they were also notified that they are not asked to design anything related to rest of the building or a larger spatial composition, except the kitchen's window(s) and door(s) which can be identifying for external and internal walls. Being usable by a wheelchair user was added as a criterion because it was thought that students are unfamiliar with such design criterion and with real life bodily experience of being on a wheelchair and interacting with environment. Accordingly, participants were also asked about their familiarity of such before the exercise.

3.7.3 The IVR Application

The IVR application was conceptually designed as a virtual learning environment which holds a library of models of various architectural spaces, environments, objects, etc. Content of this library can be enriched and/or limited, and utilized by instructors according to the requirements of any adequate educational activity of their choice.

As the actual IVR application prepared for this experiment, a single virtual model which constitutes a kitchen area with fittings and furniture was created and used as a single environment (see Figure 3). This environment was designed and modelled by the author, as a simple example of an ordinary kitchen with applicable measurements. Additionally, this kitchen was not designed with the criterion of being usable by a wheelchair user. Measurements correspond to the Neufert's "Architect's Data" (2012). Kitchen model does not cover 20 m² and does not include

every type of fittings and furniture. Participants experienced (e.g.: move around, observe, interact with, etc.) only this virtual environment during the experiment.

Participants experienced the environment through an avatar which represents a person on a wheelchair in terms of size and eye level (see Figure 4). Such design scheme was followed in order to put participants in a situation that they experience a familiar setting through an unfamiliar user experience, because the purpose here is to provide a learning environment which encourages participants to consider and experience bodily activities, ask questions and actively engage with an authentic problem solving activity, rather than provide an environment which displays a sample solution. Accordingly, an interactive model has been prepared to the extent that participants can open and close the door, cabinets and drawers by using their own hands in an intuitive way. Another reason for this decision of the author comes from his observations during the attempts preliminary to this experiment. During those attempts some of which do not include such interaction, the author has observed that participants can be more likely to use their hands and to experience bodily activities when those actions are responded by the environment. For example, some students have not even try to reach any object after learning that objects are not interactive. Accordingly, the window, the sink and the dishwasher have been left as non-interactive in the model used for actual experiment, in order to test this phenomenon further.

3.7.4 Technological Equipment

An Oculus Rift DK2 head-mounted display and a Leap Motion Controller hand-tracking device were integrated and used for the application. Application software was built via Unity 3D Game Engine 5.3.4f1, Leap Motion Orion 3.2.0, Oculus Configuration Utility 1.10 and Rhinoceros 5 3D modelling software. During the case study, the application software was run on a computer with Intel(R) Xeon(R) CPU E5-1620 v4 (3.50ghz) processor, 16 GB memory and NVIDIA GeForce GTX 1070 graphics processor.



Figure 3:A scene from a participant's viewpoint

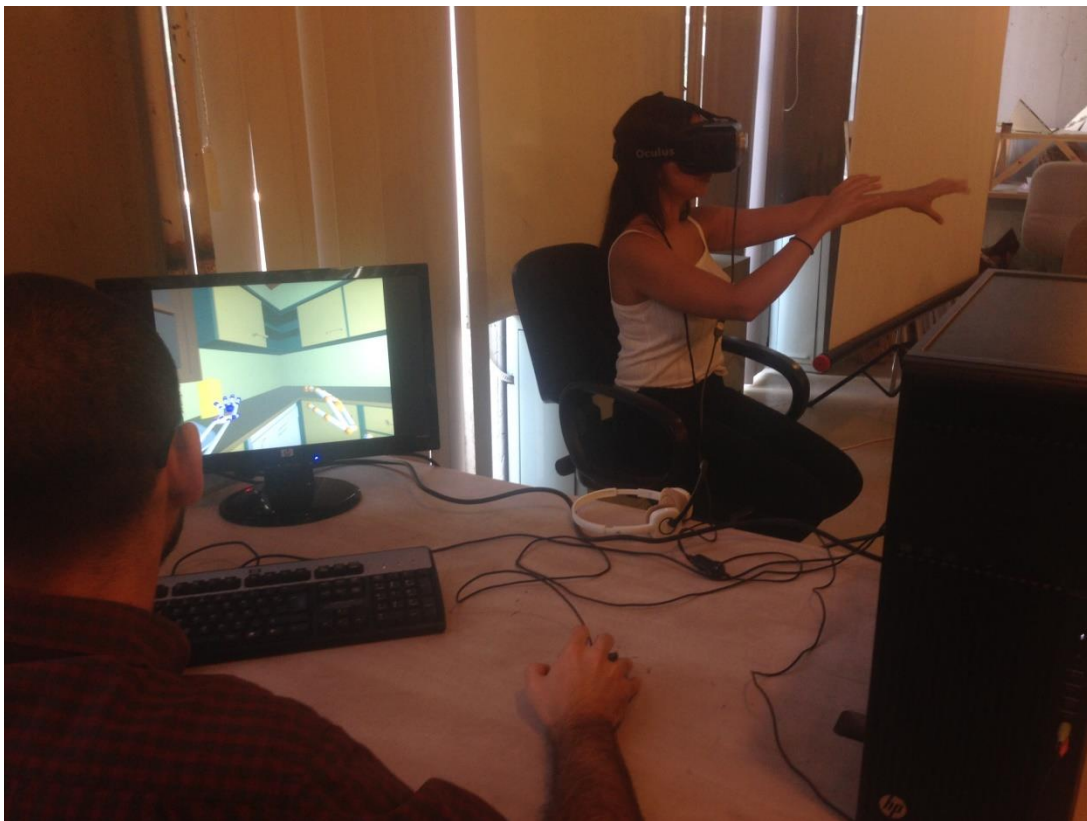


Figure 4:A participant using the IVLE during the design exercise

3.7.5 Design Exercise

By this experiment, the author aims to compare each student's two different processes of problem solving for the same design problem. First is when the student attacks the problem without aid of any educational resources. Second is when the student is provided with the IVR application. Therefore, a design exercise was designed in three major sessions. In the first session, the design problem is given to participant for the first time. Participant is asked to propose a design; and to identify dimensional measurements. In the second session, the IVR application, its content and capabilities are introduced to participant for the first time. Additionally, at this point, it is announced that there will be another session similar to the first one, involving identical design problem and requirements. Then, participant uses the application; and meanwhile observer takes notes for the participant in participant's own words, when participant demands. In the third session, participant is again asked to propose a design; and asked to identify dimensional measurements. Participant is allowed to utilise the notes from previous session and the representations proposed at the end of first session, as sources. By the end of this third session, design exercise ends.

3.7.6 Data Collection

As it is noted before in this chapter, the comparison mentioned above is realised through a protocol analysis method. Through this method, it is aimed to gather information about how participant approaches the problem and makes design decisions.

Two widely known approach of data collection in protocol analysis are concurrent and retrospective. Concurrent protocols are generated during participant's actual performance of the task. Participant verbalises their thoughts while performing a particular task; and this process is taped and transcribed. Then, these recorded verbal protocols which are concurrent protocols are used as the data source to be coded and analysed later. On the other hand, retrospective protocols which are also verbal are generated through interviews with the participant after their task performance. Interviews in which participants are asked to recall their activities and thoughts they

employed during their task performance are also recorded and transcribed. Then these retrospective protocols are used as data source to be coded and analysed.

The author decides to use retrospective approach for a number of reasons. First of all, verbal protocols are limited by what the participant verbalise. Even if the task is simple and straightforward, participants might not verbalise every thought which can fall into the scope of the research. Therefore, they need to be trained to do so. In the case of a design performance task like the one issued in this study, such training to be realised before the performance carries the risk of distorting thought processes more than necessary. The author avoids the risk of prompting participants' thought process via such external intervention towards what is aimed to be achieved through the educational activity. Additionally, Ericsson and Simon (1980) mentions that tasks which create a "high cognitive load" for the participant can interfere with participant's verbalisation of the process in her working memory. The design task given in this study is already a demanding task which can create such high cognitive load. Therefore, the author avoids the risk of any interference between design performance and the verbalisation process of the participant which can be caused by overloading the working memory.

Accordingly, two interviews are conducted with each participant, in Turkish which is first language of all participants of this particular case study. Fourth session of the experiment involves the interview about design process from the first session. Fifth session of the experiment involves the interview about design process from the third session. In these interviews, participant is asked to remember and tell his/her thinking process behind the decision making of each and every dimensional measurement that s/he identified.

On the other hand, concurrent protocols are preferred and suggested over retrospective protocols by many researchers. This is generally based on that the information gathered from retrospective protocols may be incomplete because participant access the information from Long Term Memory (LTM) instead of Short Term Memory (STM) after the actual performance ended (Ericsson and Simon, 1993). Reckoning with the difficulty of retrieving information from LTM, the author aims to support the process of generating the retrospective protocols, without over-

influencing what participants report during the interviews. In order to do so, respective design representations proposed by the participants are displayed for observation during the interviews. Additionally, all the sheets submitted by the participant, and notes and video recordings from the second session are also used as a data source to support protocol analyses.

During the interviews, questions are chosen, paraphrased and addressed by the author with a predetermined approach and behaviour. This approach and behaviour are explained under the ‘Procedures’ title and further discussed under the ‘Discussion’ title.

3.7.7 Procedures

This experiment is conducted with one participant at a time. It involves five sessions. First three sessions constitute the educational design exercise. Last two sessions involve the interviews. How these sessions are conducted and what are elaborated along the procedures of these sessions is explained under respective titles.

3.7.7.1 First Session (S1)

Nothing about how the exercise will proceed is announced before it happens or necessarily required. Student does not know if she will continue to the same design task, what the VR application involves and what it will be used for, and what will be asked at the end. Student is not aware of that there will be any interview or that she will be asked any questions. Given design problem already employs thinking on bodily activities and designing according to human-scale. It is crucial to not over-influence the student on how she can or should think or approach to the problem. First session imitates a situation in which student has the knowledge she already has till that point. It is important for two reasons. One; it is there to make a comparison between before and after the VR usage, about how the student would approach to the problem. Second, it cannot be separated from the whole learning activity because it has the potential for student to do self-assessment. This self-assessment might be about how participant approaches the problem and its intrinsic aspects by comparing her decisions and methods which take place before and after using the application.

The design problem is given and the participant is asked to represent spatial organisation, forms and dimensional measurements in the sheets (which has 35 cm x 50 cm size) provided by observer.

Dimensional measurements are asked because deciding on a measurement requires thinking about the size of the object. Additionally, although the whole design problem is simplified in terms of its program, it is still complicated in a way that it includes limitless number of decisions. All of these decisions involve much simpler and focused open-ended design problems. Students' responds to these simpler problems, involves not only a numerical mark but also her thinking process. Rather than the entire respond to the entire design problem, these responds are more convenient for doing a SOLO analysis. This provides several data to analyse and compare for a single participant. It is also believed that marking a specific line on the drawing with specific numbers can not only help to encourage the student to consider that decision as a question and focus it for a certain time, but also constitute a physical and cognitive marking which can be revisited and remembered later by the participant when it is asked about. Therefore, although it is the actual question which is to be asked, it can be asked without over-influencing student's structure of thinking process and without confusing student and without leading to a specific kind of response, as much as possible.

Students are asked to work with and propose in sketch and text formats and they are notified that any technical or precise or realistic drawing is not required. They are also notified that they can do any kind of drawings including diagrams. It is thought that students should not be limited by representation methods and/or the student's own capability to use any method. Students are notified that they can propose anything (including design ideas and even information about measurements) in sole text format if they want. They are also encouraged to take notes about anything. It is considered that these notes can be helpful as a reminder during the interview.

15 minutes of time is given for the first session. It is considered and decided as enough for such design exercise through consulting expert design instructors.

3.7.7.2 Second Session (S2)

At the beginning of the second session, participant is told that she will use a VR application; and experience an interactive kitchen as if they are using a wheelchair. S/he is told that she can utilise this application however she wants without any time limitation; and that there will be a following third session which is a design session similar to the first one with identical design problem and requirements. After that, s/he is briefly informed about how the provided technology (3D visualisation, head-tracking and hand-tracking) works; and what its capabilities are. She is given the time to get used to using the application till she thinks that she is comfortable and ready to start. By giving information that is limited to technological capabilities and the content, it is aimed to just introduce the application as a learning environment without over-influencing the student's design process and/or how she experiences and utilises the learning environment.

Participants are notified that they will experience the environment through an avatar which represents a person on a wheelchair in terms of size and eye level. During the use of application, participants physically sit on a chair with armrest. Height of the chair is similar to a standard wheelchair's as it is also represented virtually. Participant controls wheelchair's movements by vocally commanding the observer. Observer sees 2D version of what participant sees, on a desktop monitor; and moves the virtual wheelchair via mouse and keyboard, abiding to participant's commands. Figure 4 illustrates this setup. Such scenario was planned, considering two aspects. First is the limitation on developing a realistic and immersive interaction of one's manually moving his own wheelchair, due to limited equipment that the author has during this study. Second is the idea that if participant uses a keyboard or a gamepad to control these movements it could affect the immersion and participant's focus on his main inquiry and the experience. Therefore, this type of movement control was decided considering also that getting help from someone else to move your wheelchair is already a realistic situation.

Participant is notified that the virtual model exemplifies a regular kitchen which she can encounter in any house, and that it was not designed for a wheelchair user. Participant is notified also that she can ask any measurement belonging to the virtual

model, and that observer will take notes in participant's own words about anything she wants to be noted so she can use it during the following design session. The application is originally meant to provide visual information about applied measurements. Instructors to utilise this application in an educational scenario can add this feature and even a feature to display any kind of additional information of their choice. However, only actual measurements of the virtual model are provided in this application to be used, according to the scope of this study; and this information is provided vocally by the observer when participant asks. Reason behind building such scenario is to be able to observe participant's gathering such information, and to use this observational data to support inferences from the protocol analysis and the SOLO analysis. Additionally, for this reason, 2D video of what participant sees, along with vocal communication of participant and observer are recorded via a screen capturing software (reference) while participant is using the application.

This session is ended whenever participant decides. Before participant starts to use the application, she is informed that there is no time limitation and that she can end or pause the session, or restart the application software if she feels any discomfort.

3.7.7.3 Third Session (S3)

As it is mentioned above, participant starts the third session which is a design session similar to the first one with identical design problem, design requirements, time limit, and submission requirements. Additionally, participant is given her notes from previous session and the sheets she submitted at the end of first session; and is informed that she is allowed to use these materials as sources. Participant is also notified that she is allowed to develop her previous proposal or to design something totally new but she is asked to use new sheets for this session however she proceeds.

3.7.7.4 Fourth Session (S4)

After the third session, interview sessions start. As it is mentioned under "Data Collection" title, these interviews are conducted to collect verbal data as retrospective protocols which are to be analysed.

The interview in fourth session issues participant's performance in the first session. All the sheets submitted by the participant at the end of the first session are presented in front of the participant and the interviewer during the fourth session. These sheets are observed by the participant and the interviewer (the author); and the interview is conducted along this observation. Along the entire duration of interview, interviewer maintains an attitude in order to make the participant feel comfortable and encourage her to express herself openly, truthfully and in detail. Before the interview, participant is notified that this interview does not measure her skills or knowledge; and does not aim to grade her in any terms or in any circumstance. Participant is told that she does not have to answer the questions, or explain her thoughts and design decisions as if she presents a design proposal in a design jury. She is notified that she is not asked to force herself to express herself in a sophisticated manner, but rather to tell anything which comes into her mind even if she feels like that it will sound too simple or unrelated or absurd.

She is notified that all questions in this particular interview will be about her design process and especially about what and how she thought while making design decisions during the first session. She is notified that she is asked to remember and tell the actual thoughts from the first session instead of any thought, decision or evaluation that she acquired in any time after the end of first session.

At the beginning of the interview, participant is asked to introduce what is seen on the sheets she prepared (e.g.: what separate representations serve for; general spatial composition; etc.) so that interviewer can identify everything that participant represented on the sheets. This first question also aims to warm up the participant to express herself; and aims to make the participant start to focus and remember her design process of first session. Following that, participant is asked to tell how she started to design and which parts of the spatial composition she issued respectively. Then she is notified that questions after this point will focus on how she decided on each separate measurement which she identified and represented on the sheets. As its simplest form, questions about measurements are: "How did you decide this measurement?", "What were you thinking while making this decision?". Participant may struggle to express her ideas or to answer or understand the question in detail in a way which leads her to give a response like "Because I thought it is appropriate

(or: proper, better, more realistic, more usable)". In such occasions, interviewer asks further questions such as; "According to what did you decide that measurement?", "Did you have any criterion while making this decision, and what was that criterion?", "Why (or: according to what) is it proper?", "How is it more usable?" etc. Participant may continue to struggle in a way which leads her to give a further response like "Because 'that particular length' should be ... (or: higher than ..., lower than ...)", "Because such measurement is the normal (or: standard)". In such occasions, interviewer asks further questions such as; "How do you know this information?", "Did you imagine any particular example from your life?", "Did you compare it to anything?". When participant's response involves usability and bodily activities but it is still obscure, interviewer asks further: "What did you exactly think or imagine while making such decision?".

After participant's each response led by whichever type of question mentioned above, interviewer asks further in order to check the reliability of the response: "Did you exactly consider this while making this decision during the first session?". When every measurement represented on the related sheets was questioned, particular interview and the fourth session ends.

3.7.7.5 Fifth Session (S5)

Fifth session starts following the end of fourth session. This session involves the interview issuing participant's performance in the third session. All sheets submitted by the participant at the end of third session are presented in front of participant and interviewer during the fifth session. This second interview is conducted in same manner with the first interview, except it issues the third session instead of the first session. Occasionally, interviewer asks additional questions to check the reliability of responses regarding both interviews, such as: "Have you considered this in the first session (too)?", "What did you think or consider for deciding this length, different than first session?". After the end of questions issuing measurements, participant is also asked if she had any strategy before using the VR application and asked if using the application had any impact on her design decisions or overall thinking processes. This ends the fifth session and the experiment.

3.8 Analysis Method

This study aims to analyse reasoning behind measurement decisions in terms of thought contents and thought relations between those contents in relation with particular designed volume and the notion of human-scale. Accordingly, an evaluation rubric is prepared based on the context of the intended learning outcome and on the SOLO Taxonomy presented by Biggs and Collis (1982). In order to run the evaluation rubric efficiently over verbal reports which vary in content and verbalisation, a coding scheme is prepared. This coding scheme helps to identify the contents which are meaningful according to this particular evaluation rubric, in other words; the contents which are related to human-scale and designing in human-scale. It codes contents with phrases. These phrases are identified and listed based on the author's predictions and preliminary studies. The list can be extended according to further case studies. The coding scheme is used as an aid for the evaluation and for its easier presentation in this thesis. It does not create a disconnected analysis phase between gathered data and final evaluation. Evaluation is operated via simultaneous examination of all kinds of gathered data.

Based on the analysis, every individual response of participants is evaluated as one of these: Not applicable (NA), Prestructural, Unistructural, Multistructural, Relational and Extended Abstract. The evaluation rubric and code phrases are explained below, under corresponding levels.

3.8.1 Not Applicable (NA)

If relevant information is not available about a decision made by participant for any reason, or if the design or the idea behind it is completely changed between sessions, or if the design object/element is absent in one of the sessions, then the response is coded with relevant one of the phrases below. Furthermore, analysis about that measurement decision is considered as null; and is not included as a valid comparison.

(Participant reports that she could not have enough time.)

(Not enough information)

(Irrelevant information)

(Not applicable for this design)

(Misleading and/or lacking information)

3.8.2 Prestructural

A prestructural response involves no adequate knowledge, but incompetence. Sometimes it can be observed that it involves an attempt to create a link between response and the given cue (i.e. question) by using an irrelevant information or tautology.

If a response is only coded with one or more of the phrases below, it is considered as prestructural.

- Ignoring/neglecting: Participant proposes the issued design object/element. She directly reports or implies that she did not employ any consideration about the particular length.
- Limited/aligned with irrelevant volume: Participant identifies the issued length of a design element as the free space which is left by the volume of a second design element. These two elements are not necessarily adjacent parts of a larger unitary design element. The issued length and the referred length of the second volume are not necessarily decided and considered simultaneously as one length which serves to multiple use cases or to multiple activities/movements of a superior unitary use case.
- Could not come up with any idea: Participant proposes the issued design object/element. She directly reports or implies that she could not come up with any idea about the particular length.
- Irrelevant reasoning: Participant proposes the issued design object/element. She explains her decision making process with a reasoning that is irrelevant to human-scale by any means.

- Improvising: Participant proposes a measurement value. She does not provide any link to human-scale but improvises.

In presence of the phrases corresponding to unistructural, multistructural or relational level, the phrases corresponding to prestructural level and the phrases below are considered as null while evaluating the response.

(Decision is compared with the virtual example.)

(assigning an additional function; without integrating into measurement decision)

(identifying a function; without integrating into measurement decision)

(Design is transformed based on similar criteria.)

(Design is transformed in a similar manner.)

(No new consideration)

(Design is altered upon same consideration)

(An additional function is assigned and integrated into the decision making process.)

3.8.3 Unistructural and Multistructural

A unistructural response provides a link between response and the given cue through one relevant aspect, information, or datum.

A multistructural response provides a link between response and the given cue through multiple relevant aspects, information, or data. These aspects are not necessarily independent from each other, but the response does not employ a linking concept or any interrelation over those aspects to create a consistent conclusion.

If a response is coded as only one of the phrases below, then it is considered as unistructural. If a response is coded with several (two or more) of the phrases below, then it is considered as multistructural.

Referring to the size of body parts in relation with what the issued design element serves for or how the element is utilised:

- wheelchair size
- body size (healthy person)
- wheelchair size and body size (any measurement belonging to a body on a wheelchair)

Referring to a bodily movement and/or activity in relation with what the issued design element serves for or how the element is utilised:

- activity/movement (a, b, etc.) involved in a use case (a, b, etc.)

Referring to previous knowledge related to the size of the issued design element: This knowledge can involve numerical, visual or any explanatory information. This knowledge can be exemplified with architectural standards or examples which are already in use in real life. Such reference is considered as related to human-scale, in terms of the notion that participant considers that the information is right or acceptable (in human-scale) or “normal” as what majority of the actual participants of this experiment articulated during the interviews.

- directly copying new information (of measurement) from VLE
- recalling an example from daily life
- idea of a standard measurement

Referring to the size of a separate or a superior unitary design element that is proposed by the participant: This is considered as related to human-scale, in terms of the notion that participant somehow tries to adjust the scale of the issued element according to the other element whose scale is already considered as right or acceptable (in human-scale) by the participant. This does not include aesthetical pursuits, nor identifying the size of the element based on the boundaries of other elements (see Prestructural responses).

- segmenting a volume (correlating scale/measurement with another volume)
- correlating scale/measurement with another volume
- grid technique
- repeating a modular design

Referring to another volume which is considered by designer as dependant/relevant to the issued one: This secondary volume and the issued volume can be adjacent parts of a larger designed object, or two separate volumes can be dependant to each other in terms of a use case or an activity attributed to the issued volume.

- limited/aligned with relevant volume
- size of a relevant volume
- limited/aligned with circulation area

Referring to a function which relates to the human-scale not directly through human body or bodily movement, but over other objects or requirements related to human-scale. This function can be exemplified with referring to plate size while designing a cupboard or with referring to proper ventilation while designing a window.

- intrinsic function of the object
- size of objects addressed in the use case

There are also some unique references which are identified as related to human-scale. These references involve multiple relations to human-scale which cannot be dominantly attributed to. (Integrative themes)

- Subjective feeling of spaciousness: This can be related to body size, 3D volume of an identified space, various kinds of previous knowledge, etc.
- Spatial organization: This can be related to other solid and/or void volumes, 3D volume of an identified space, etc.

- Structural assumption: This can be related to various kinds of previous knowledge and/or structural requirements of solid volumes which can be related to human-scale in terms of their sizes.

Some of the phrases mentioned under this title can sometimes imply the same thing. Participant can refer to the same thing through various verbalisations which are coded as multiple of such phrases. These phrases are counted as one when such situations occur. These phrases are: “idea of a standard measurement”, “recalling an example from daily life”, “directly copying new information (of measurement) from VLE”. During analysis period of the study, it is rarely observed that the phrase “correlating scale/measurement with another volume” can also refer to the same thing with these phrases.

3.8.4 Relational and Extended Abstract

A relational response goes further than a multistructural one. It provides multiple relevant aspects, information, or data and issues them in a conceptual scheme. Through employing a linking concept or interrelations over those, it constructs a consistent conclusion within given context.

An extended abstract response provides what a relational response can, but further conceptualise all the relevant aspects, information, or data, and their interrelations at a higher level of abstraction. It introduces an abstract principle, deductions, and/or analogies which were not present as any kind of cue; yet it explores their compatibility with another and with the integrity of whole response. Considering the scope of given design problem, extended abstract responses are not expected in this design/learning activity.

If a response is coded with one or more of the phrases below in addition to several (two or more) of phrases corresponding to multistructural level, then it is considered as relational. (These themes constitute what participant employs in a response, as a linking concept or as an interrelation over several other themes corresponding to multistructural level.)

- Considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario and which directly and simultaneously modify the same measurement
- Simultaneously considering separate measurement requirements
- Issued body activity and/or use case are comprehended more. Newly explored limits and/or degree of freedom in a different direction, and related requirements are considered in order to revise the decision.
- Considering the object as a part of a modular design in which separate activities or movements or use cases are related or involved in a more complex use case scenario.
- Simultaneously considering separate use cases and their measurement requirements

3.9 Examples of Response Evaluation and Comparison

Interviews are transcribed. Any particular length which is anyhow addressed by the participant is considered as a particular design problem. Collected verbal reports which informs about how a particular measurement decision on a particular length is made in a particular session are aggregated into a group, and this group of verbal data is considered as the response given by the participant for the corresponding problem during the respective session. Graphical, numerical and text-based information that is related to the issued length and/or volume is collected from the participant's submissions. Additionally, participant's observed interactions within the virtual environment are identified and listed using the video record of participant's virtual experience while using the VLE application. Although all of this information are also involved as a part of the response and utilised during the analysis, main focus is on the verbal data as it naturally tends to give the kind of information investigated in this study. Examples of how responses are evaluated and compared between sessions are provided below.

Participant 1 – Countertop (depth) – (Multistructural to Relational)

According to what the participant reports about the first session, she imagined herself sitting; and thought about her arm's length as the farthest distance on the countertop she can reach while sitting. Therefore, it is evaluated as that she considered: an activity/movement involved in a use case, and wheelchair size and body size. Such response corresponds to the multistructural level. She also adds about that she did not thoroughly think how to approach the counter while on a wheelchair or whether this activity is problematic.

In the second session, the participant observes a counter and interacts with countertop depth by using her hands in virtual environment. She does not ask about the measurement.

According to what the participant reports about the third session, she criticises the countertop she designed previously as too narrow to put things on. This concern is categorised as an intrinsic function of the countertop. She reports that she proposed a knee space and drawers under the countertop as a part of the counter; she considered different lengths of wheelchair and size of the drawer; compared these lengths with her arm length; and modified both countertop depth and drawer depth accordingly in relation to both of their usability in the same use case scenario involving wheelchair. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into relational level. She also mentions her experience of interaction with countertop in VLE, elaborating on a problem she encountered when she tried to approach the counter and to reach over countertop with a wheelchair. Therefore, it is evaluated that this advancement is related to her utilising the immersive features of VLE.

Participant 2 – Windowsill (height) - (Prestructural to Multistructural)

In the first session, windows are represented by the participant in plan drawings. However, their vertical length and height from ground are not graphically represented and corresponding measurement values are not given by the participant. When participant is asked about whether he thought about vertical measurements

and what he thought, he tells that he did not identified those measurements because he had no idea about them. Such response corresponds to the prestructural level.

In the second session, the participant observes a window which is placed above countertop. He asks about vertical measurements of adjacent volumes (countertop and upper cabinets) in the virtual kitchen but he does not ask the measurements of the window.

In the third session, windows are represented by the participant in plan drawings. However, their vertical length and height from ground are not graphically represented and corresponding measurement values are not given by the participant. According to what he reports about the third session, he criticises the location of the window from VE as a little high that it makes it very hard to see the outdoor. He suggests that wheelchair user would feel being limited. He proposes that he placed the window right above the countertop because if this situation is caused by the position of (countertop) cabinets instead of window's frame, it would discomfort lesser. He considers wheelchair user's eye level (i.e., wheelchair size and body size) and height of the countertop (i.e., limited/aligned with a relevant volume) which he relates through the activity he elaborates on (i.e., activity/movement involved in a use case). Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into multistructural level. In addition to elaborating on the problem he experienced through visual interaction with the issued volume, he mentions that he realised, in VE, his eye level and what he can or cannot see. Therefore, it is evaluated that this advancement is related to his utilising the immersive features of VLE.

Participant 4 – Dining Table (height) - (Multistructural to Relational)

According to what the participant reports about the first session, he assigns storage function for dining table but he does not mention anything about this additional function in relation to the measurement decision. He mentions that he decreased the table height almost half and half (i.e., idea of a standard measurement). Regarding the decision, he mentions the position of a wheelchair user (i.e., wheelchair size and body size) and differentiates size requirements of a table from ones of countertop

through the dining activity (i.e., activity/movement involved in a use case). Such response corresponds to the multistructural level.

In the second session, he does not have the chance to observe or interact with a table since the VE does not include one.

According to what the participant reports about the third session, he increases the height because he realised, in VE, that greater height is more usable. He compares the measurement he decided to height of other volumes from VE. He mentions that he realised, in VE, that it would be problematic at lower heights (as his previous decisions). To elaborate, he mentions that people use their feet as a support for bending while sitting, and he adds that if he (as a wheelchair user) cannot use his feet, bending to reach forty centimetres of height (his previous decision) could end up with accidents. Utilising his interactive experiences, he comprehends the issued body activity and use case more and explores different limits and requirements of the situation. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into relational level and that this advancement is related to his utilising the immersive features of VLE.

Participant 5 – Countertop (horizontal depth) - (Prestructural to Multistructural)

In the first session, this length is graphically represented through drawings but its measurement value is not given by the participant. He reports that he did not note this measurement because he does not know it. However, he tells that he thought it is around 120 centimetres. Although he graphically represents this length and he might consider this measurement as a standard measurement, he does not provide any link related to human-scale. Instead, he improvises but he is not sure about his decision. Such response corresponds to the prestructural level.

In the second session, the participant observes a counter and interacts with countertop depth by using his hands in VE. He asks about the measurement of virtual countertop.

According to what the participant reports about the third session, he considers the circulation area between counter and table (i.e., limited/aligned with circulation area), the size of sink on the countertop (i.e., size of a relevant volume), and elaborates on a space required for keeping the overflowing water on the countertop (i.e., intrinsic function of the object). He also compares the use cases between a healthy person and a wheelchair user in terms of how far they could reach over (i.e., wheelchair size and body size, activity/movement involved in a use case), mentioning his experience of interaction with countertop in VLE. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into multistructural level and that this advancement is related to his utilising the immersive features of VLE.

Participant 6 – Base Cabinet Shelves (height) – (Unistructural to Multistructural)

In the first session, this participant does not provide any graphical representation or measurement value for cabinet shelves. According to what he reports later, he imagines two shelves, bottom one being directly on the ground level and a middle one (i.e., segmenting a volume), in the first session. This response corresponds to unistructural level.

In the second session, he observes base cabinet shelves and interacts with them by using his hands in the VLE. However, he does not ask about their measurements.

According to what he reports about the third session, he elevates the countertop and the shelves to certain heights to be able to reach farther in lower parts (i.e., wheelchair size and body size; activity/movement involved in a use case). During the interview, he explains this by mentioning his experience of interaction with shelves in the VE and that he could not reach further at lower parts. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into multistructural level and that this advancement is related to his utilising the immersive features of VLE.

Participant 10 – Cooktop (width) - (Unistructural to Relational)

In the first session, this participant proposes a cooktop -with 1 m x 1 m area- which is placed in a storage unit –with 2 m x 1 m area- as a drawer-like design. According to what she reports, she identifies the size of this cooktop over size of the storage unit (i.e., segmenting a volume). Such response corresponds to the unistructural level.

In the second session, she does not have the chance to observe or interact with a cooktop since the VE does not include one. She asks about measurements of the wheelchair; observes kitchen counter with drawers and cabinets, and interacts with those base cabinets. She also experiences navigating on the wheelchair.

In the third session, she puts two pieces of 1 m x 1 m storage units to adjacent corners of the 4 m wide wall. One includes cooktop with same area size, and other includes drawers with same size. Design of cooktop and drawers allow them to be opened from two different sides. According to what she reports, she considers that there should be a 2 m wide space between two units for wheelchair user to manoeuvre easily (i.e., limited/aligned with circulation area). Imagining herself taking some items into her hands, then putting them on her lap, and then turning the wheels with her hands to carry those items, she decides that wheelchair user should be able to reach everything from a location. Accordingly, she elaborates on a modular design which allows wheelchair user to open the cooktop drawer and the facing drawer towards each other and to use them as a single plane. Therefore, she considers wheelchair size, body size and an activity/movement involved in a use case. Furthermore, she considers the cooktop drawer, other drawers and the space between two storage units as parts of a modular design in which she employs separate activities through a complex use case scenario. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into relational level.

She also mentions her experience of interaction with base cabinets in VLE, and that she realised, in VE, that wheelchair user cannot approach directly to cabinets, cooktop, or any other vertical surface. She explains her decision elaborating on these

experiences. Therefore, it is evaluated that this advancement is related to her utilising the immersive features of VLE.

Participant 12 – Sink area on countertop (horizontal depth) - (Prestructural to Unistructural)

In the first session, this length is graphically represented through drawings but its measurement value is not given by the participant. During the second interview, he reports that he neglected standard measurements of sink and never thought about it in the first session. Such response corresponds to the prestructural level.

In the second session, he observes and interacts with sink in VE. However, he does not ask about its measurement.

In the third session, he proposes a countertop area for sink with a greater depth compared to the rest of the countertop areas. According to his report, he recalls about standard measurements and his own experiences (i.e., idea of a standard measurement and recalling an example from daily life) when he saw in VE. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into unistructural level. However, he does not mention anything about his experience of interaction with sink in VLE, and any relation between his advancement and immersive experience is not observed. Therefore, this advancement is not related to his utilising the immersive features of VLE.

Participant 15 – Countertop (horizontal depth) - (Multistructural to Relational)

In the first session, this participant proposes a rectangular counter with 50 centimetres horizontal depth. According to her reports, she considers if wheelchair user can reach (i.e., wheelchair size and body size, activity/movement involved in a use case). She thinks that it is narrower than normal (i.e., idea of a standard measurement), and elaborates on this idea by an example from her daily life. She also considers that items like dishwashing liquid are placed on far corner of the countertop, close to the wall. She mentions that she made it not too wide so user can reach the end of it, but also not too narrow so it would not be meaningless in terms

of its use (i.e., intrinsic function of the object). Such response corresponds to the multistructural level.

In the second session, she observes and interacts with countertop depth, sink and generic objects (bottle and soap like objects) on the countertop by using her hands in VE. She also asks countertop's depth and height measurement.

In the third session, she proposes a curved form narrowing most the midpoint of the countertop where the sink is placed. According to what she reports, she transforms her design with a criterion similar to the previous one, deriving from her interactive experience with the countertop and the generic objects in VLE. Additionally, she considers that she was not able to easily wash anything in the sink in the VE. She integrates this additional activity, as a new criterion, into her decision. She responds to the problem by considering multiple criteria through an over-linking use case scenario and thus, by creating a consistent variation within the issued dimension of the designed volume. Therefore, it is evaluated as that the participant's response advanced into relational level. She mentions her experience of interaction with countertop depth and the sink in the VLE in relation to the new themes which displays the advancement of her response. Therefore, it is evaluated that this advancement is related to her utilising the immersive features of VLE.

Participant 5 – Sink (width) - (Prestructural to Unistructural)

In the first session, this participant graphically represents the sink on plan drawings but he does not propose any measurement value. In the second session, he observes a sink in the VE and asks about its size. During the interview, he mentions that he had no idea about it in the first session. He adds that he learned those measurements in the VLE and directly used it in the third session. Therefore, it is evaluated that his response advanced from prestructural level to unistructural level. However, there is no evidence to relate this advancement to any kind of immersion.

Participant 9 – (South) Window (height) - (Not Applicable to Multistructural)

In the first session, this participant does not propose this window at all. Therefore, this response is counted as not applicable, and a pre-post comparison is not carried out. In the second session, she observes a window. However, she does not attempt to interact with it and does not ask anything about its size. According to what she reports about the third session, she turns the south wall into a glass façade in order to make the space more open and well-lighted (i.e., subjective feeling of spaciousness and intrinsic function of the object). Furthermore, she mentions that she imagined the façade with a wall-like thickness above it instead of a full-glass façade. During the interview, she attributes this image to her visual memories (i.e., recalling an example from daily life) and adds that she felt such structural requirement (i.e., structural assumption) while designing. Therefore, it is evaluated that this response corresponds to the multistructural level.

Participant 11 – Kitchen floor measurements - (Multistructural to Multistructural)

According to what this participant reports about the first session, he considers size of other volumes which he will place in the kitchen at first. He evaluates the spatial organization, size and form of volumes in order to identify the shape and size of the kitchen area. Therefore, it is evaluated that this response corresponds to multistructural level. Participant does not change his decision in the third session, and does not think about it again according to his report.

Participant 14 – Curved Counter (width) - (Unistructural to Unistructural)

According to what this participant reports about the first session, he parcels the kitchen area into 20 squares and places this volume in one of the square (i.e., grid technique). This response corresponds to unistructural level. In the second session, he observes a counter example in the VLE. According to what he reports about the third session, he makes it 5 cm wider to fill the void left from size-change of adjacent volume (i.e., limited/aligned with irrelevant volume). Therefore, it is evaluated that there is no advancement between these responses.

Participant 14 – Faucet (height from countertop) - (Multistructural to Multistructural)

In the first session, this participant decides to elevate the faucet to a certain height, for making it easier for people to wash things under the faucet (i.e., activity/movement involved in a use case; size of objects addressed in the use case) according to what he reports. This response corresponds to multistructural level. In the second session, he observes a faucet in the VLE, and tries to interact with it by using his hands. However, he does not change the height of faucet in the third session. Therefore, it is evaluated that there is no advancement for this response.

Participant 14 – Horizontal offset between horizontal windows - (Prestructural to Prestructural)

In the first session, this participant decides to make a horizontal offset between two horizontal windows in order to make them a little different than the majority of his kitchen design which he thinks symmetrical and centre-focused, according to what he reports. He makes an aesthetical judgement which does not display any link to human-scale (i.e., irrelevant reasoning). This response corresponds to prestructural level. In the second session, he observes a window in the VLE. He does not change this measurement and the design in the third session. Therefore, it is evaluated that there is no advancement for this response.

Participant 15 – Wall cabinet doors (width) - (Unistructural to Unistructural)

In the first session, this participant decides to make these cabinets' size same with counter cabinets' just to make the same module which she created for counter cabinets continue (i.e., repeating a modular design). This response corresponds to unistructural level. In the second session, she observes wall cabinets in the VLE. She does not change this measurement and the design in the third session. She reports, during the interview, that she did not take this volume into further consideration in the third session. Therefore, it is evaluated that there is no advancement for this response.

CHAPTER 4

RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Classifying and Journalising the Data

15 case studies are conducted via voluntary participation of 15 second year architecture students. The author decides to exclude the case of P-07 because of the fact that some problems occurred during the performance. Some negative impacts on the process are realized during the transcription and evaluation phases. 14 case studies are evaluated based on participants' drawings, notes, video records and interviews. These individual evaluations are displayed in Table 15-42 in Appendix A. Participants' verbal reports are displayed in their original language in these tables. Sheets involving drawings and notes submitted by participants are displayed in Figure 5-34 in Appendix B. Following this, all data gathered from these case studies is examined in more comprehensive manners. Starting from the observed advancements, prominent results regarding use of immersive utilities, their utilisation, dimension types and item types are issued and discussed considering also the situations in which no advancement was observed.

It is important to note here that from this point, each participant's overall performance of a measurement decision about a particular volume's particular dimension (e.g.; P1's decision on countertop's height) will be referred as one individual measurement decision or one performance which includes every piece of related information from both design sessions. Any advancement mentioned further

in this chapter refers to the type of advancement that is identified according to the main evaluation rubric proposed in this study.

There are three main types of dimension which are used to distinguish performance categories in this study. These are 'height', 'depth', and 'width'. One can find the identification of 'depth' and/or 'width' controversial, unlike identification of 'height'. Assuring such identification method definitely requires an approach involving expert knowledge of various disciplines (e.g.; visual cognition, linguistics, etc.). For purposes of distinguishing categories and of providing such journalised data for researchers' interest, the author designates his own approach and journalises the data accordingly. This approach identifies measurement types from the viewpoint of an observer who faces towards any issued volume, recognising the observer's and the issued volume's position in a context however it is reported, experienced, and/or represented by the observer.

Participants' use of the IVLE's features regarding each type of measurement decision are identified based on participants' verbal reports, video records, and notes of information that they gathered and notified during their virtual experience. Five major features are identified: (1) measurement, (2) observation, (3) interaction, (4) navigation, and (5) visual interaction. Measurement indicates gathering specific measurement information during the IVLE usage by simply asking for certain measurement values applied in the virtual model. Observation involves any type of encounter with a particular type of volume. Interaction involves any type of attempt to interact with a specific object by using one's own body. Navigation indicates experience of navigating and making manoeuvres on a wheelchair. Visual interaction indicates taking advantage of the capability to realistically control one's own viewpoint. Interaction, navigation, and visual interaction are considered as immersive features of the IVLE.

Identifying criteria does not always involve participants' direct report indicating that they gathered information by using a feature and employed it in the decision making process, although some cases can be identified only by means of verbal reports in which use of a feature is mentioned in context of such employment. Furthermore, a referred immersive experience where the employed information is gathered via the

immersive feature used can involve the original or an alternate type of volume and dimension. For example, participant can gather various kinds of information in relation to height of virtual countertop by asking for measurements and by interacting with the countertop's top surface in the IVLE. If such uses are observed in the S2, use of measurement, interaction, and inevitably observation features are identified for the case of participant's performance on countertop's height in S3. Additionally, participant can use same information while making decision about table's height due to the fact that there is not any table model in the IVLE. Therefore, use of measurement, interaction, or observation are identified for the case of performance on table's height, only if participant refers to those use of features involving countertop while explaining how s/he has made decision about table's height. In addition to these, there is another term used in this thesis. It is the 'reported utilisation of immersive features'. This term, as a criterion, implies that participant verbally reports a certain immersive experience involving his/her using a certain immersive feature, and also implies that participant mentions this immersive experience in a causal relation to the particular content of his/her response which indicates the identified advancement. In other words, 'utilisation' part of the term is not identified by the instance where participant mentions that s/he utilised the immersive feature; it is identified through in depth analysis of verbal reports and evaluation of the response based on the provided rubric.

Data regarding use of all the IVLE features is gathered and provided in the tables (?) considering future studies. However, deriving from the motivation of this study, immersive features are focused. Participants' verbal reports about using immersive features and how they can be related to the advancement of performances are elaborated.

4.2 Data Analyses

292 individual measurement decisions which are issued in one or both design sessions are identified over 14 case studies where each participant mentioned 13 to 41 types of measurement decision. 98 of these decisions are evaluated as "Not Applicable" because of that information gathered from participants' particular

reports about one or both design sessions are evaluated as lacking or as not eligible for a fair comparison. Therefore, their manifestation from two design sessions are not compared and they are identified as not applicable to be compared to any other measurement decision of any participant in terms of pre-post evaluation. Remaining 194 individual measurement decisions' manifestations from two design sessions are compared. These are identified as valid pre-post comparisons to be analysed and discussed comparatively. In other words, 194 measurement decisions in total (i.e.; 7 to 31 decisions per participant) are investigated for advancement between design sessions. Accordingly, from this point in this thesis, results will be reported in a manner where the data pool indicates only these 194 valid comparisons gathered from 14 case studies, unless it is specifically stated otherwise.

4.2.1 Analysis of Observed Advancements

It is observed that overall 34 measurement decisions advance between two design sessions. These advancements are shown in Table 1. 6 participants (P1, P4, P8, P11, P13, and P15) display 2 advancements; 6 participants (P2, P5, P6, P10, P12, and P14) display 3 advancements; 1 participant (P3) displays 4 advancements while 1 participant (P9) displays no advancement.

25 of 34 advanced performances are associated with use of immersive features of the IVLE application. In the case of 24 advanced decisions, use of immersive features, and particular content of the verbal reports which indicates the advancement are associated in a causal relation. Accordingly, it is noted that among 14 participants, 4 participants (P2, P3, P8, and P13) displayed 1, 7 participants (P1, P4, P5, P11, P12, P14, and P15) displayed 2, and 2 participants (P6 and P10) displayed 3 advancements which are associated with reported utilisation of immersive features. These results are illustrated in Table 1. Among these 24 advanced decisions, 4 advance from prestructural to multistructural level; 10 advance from unistructural to multistructural level; 1 advances from unistructural to relational level; and 9 advance from multistructural to relational level.

Table 1: Observed advancements and their evaluation

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Dimension Type				Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features					Reported Immersion Utilisation	
		Height	Depth	Width	Other	Session-1	Session-3	Measure	Interaction	Observation	Navigation	Visual Interaction	Original*	Alternate*
01	countertop (depth)	•				Multistructural	Relational		•				•	•
	countertop (height)	•				Multistructural	Relational	•	•				•	•
02	window (height from ground)	•				Prestructural	Multistructural	•		•		•	•	
	distance between window & ceiling	•				Prestructural	Unistructural			•				
	ceiling (height)	•				Prestructural	Multistructural			•				
	countertop (depth)		•			Multistructural	Relational		•					•
03	fridge (width)			•		Prestructural	Unistructural	•						
	oven (width)			•		Prestructural	Unistructural	•						
	store cupboard (depth)			•		Unistructural	Multistructural							
	countertop (height)	•				Multistructural	Relational	•	•				•	•
04	table (height)	•				Multistructural	Relational		•				•	•
	door (width)			•		Prestructural	Multistructural	•						
05	countertop (height)	•				Unistructural	Multistructural	•	•				•	•
	countertop (depth)			•		Prestructural	Multistructural	•	•				•	•
	countertop (height)					Multistructural	Relational	•	•				•	•
06	base cabinet door (width)			•		Unistructural	Multistructural		•				•	•
	base cabinet shelves (height)	•				Unistructural	Multistructural		•				•	•

1 of the advanced decisions is associated with use of immersive features, but not associated with reported utilisation of immersive features. That is P12's decision on "sink area on countertop (horizontal depth)". Among all advanced decisions, it is the only one that is associated with use of immersive features while it does not advance higher than unistructural level. (see also Title 4.2.2 parag.2)

Some advancements without use of immersive features are observed too. 9 of 34 advanced decisions are not associated with any use of immersive features. 5 of them advance from prestructural to unistructural level, 2 of them advance from prestructural to multistructural level, and 2 of them advance from unistructural to multistructural level. However, any advancement into relational level without any use of immersive features is not observed. It should be also noted that participants have no opportunity to interact with those dimensions issued in 8 of these (e.g.; ceiling height, fridge width, etc.). Only 1 of these 9 decisions issues a measurement type which one might think of interacting with, and it is P5's decision about "door width". On the other hand, only 1 participant (P15) among all 15 participants ever tried to interact with door width during the IVLE session, opening the door and passing through.

4.2.2 Analysis Based on Categories of Measurement Decisions

An additional evaluation is realised to compare different participants' performance in respect of same measurement categories. Considering also that some categories outnumber others among displaying advancement, categories which are issued by most participants to the extent of allowing valid comparisons between two design sessions are identified (see Table 2). These are "kitchen floor measurements", "countertop-depth", "countertop-height", "countertop-width", and "door-width". The author considers that rest of the categories are not eligible to be subjected to such analysis because of relatively limited data pool they provide. To elaborate, the next most issued categories are issued by 7 participants in manner mentioned above (see Table 2).

Table 2: Type of measurement decisions most issued by participants

Type of Measurement Decision	Participant Count	Valid Comparisons	Advanced Responses
kitchen floor measurements	14	14	0
countertop (depth)	13	17	9
countertop (height)	12	14	6
door (width)	10	11	1
countertop (width)	10	11	0
distance (horizontal) between furniture pieces	7	11	1
window (height from ground)	7	9	1
ceiling (height)	7	7	2
window (width)	6	10	0
fridge (width)	6	6	2
table (height)	6	6	1
fridge (depth)	5	5	0
table (depth)	5	5	0
window (height)	5	5	0
cooktop (width)	4	4	1
table (width)	4	4	0
fridge (height)	3	3	0

It is observed that all 14 participants issued “kitchen floor measurements” category to the extent of allowing valid comparisons between two design sessions. It is not considered as unusual because kitchen is the primary volume that is requested, and all participants are questioned starting these measurements during the interviews. None of the participants’ performance in this category displays advancement between sessions (see Table 3). This is attributed to that the space requested in the exercise might be limited in this sense. Although 2 participants propose forms which are different than a rectangle with around 4 m x 5 m size, none of the participants make big changes in Session-3, let alone changes which directly involve human-scale concerns. Accordingly, any use of immersive features regarding participants’ performance in this category is not identified either.

Table 3: Evaluation of kitchen floor measurement decisions

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores	
		Session-1	Session-3
01	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
02	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL
03	kitchen floor measurements	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL
04	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
05	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL
06	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
08	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
09	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
10	kitchen floor measurements	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL
11	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
12	kitchen floor measurements	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL
13	kitchen floor measurements	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL
14	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL
15	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL

Table 4: Evaluation of countertop depth measurement decisions

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measure	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL		•	•		
02	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
03	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL		•	•		
04	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
05	countertop (depth)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
06	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
08	countertop (depth)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
09	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
11	countertop (depth)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
12	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
12	extended part of countertop (depth)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
12	sink area on countertop (horizontal depth)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCURAL	•	•	•		
13	countertop (depth)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
14	countertop (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
14	curved countertop (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
15	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
15	island countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		

It is observed that 13 (among 14) participants issued “countertop - depth” category to the extent of allowing valid comparisons between two design sessions (see Table 4). The only lacking performance comparison is P10’s, although she designs multiple countertops in both sessions and provides measurement values. It is because, during the interviews, she identifies these volumes and measurements as cooktop’s and drawers’ and completely elaborates on these instead of “countertop-depth”. Therefore, these performances are kept separated and not recounted for “countertop-depth” category. 17 performances in total are provided by 13 participants because P12 provides 3 performances while P14 and P15 each provides 2 performances. All 17 performances provide valid comparisons between two sessions. Focusing on individual participants’ success in this category, it is observed that 8 participants performed advancements which all are associated with participants’ reported utilisation of immersive features. These 8 advancements include P12’s advancement in “extended part of countertop (depth)” performance, but they do not include P12’s advancement in “sink area on countertop (horizontal depth)” performance. The latter performance is associated with use of immersive features based on observation of his video record, but he does not mention this experience in relation with his decision -as this performance was elaborated before in this chapter. In addition to these, it is observed that 12 of 13 participants used immersive features and at least tried to reach over the countertop in VLE, unlike P14. It stands out that P14’s both performances and P12’s “sink area on countertop (horizontal depth)” performance among all 17, are the only ones which remain below multistructural level. P14’s both performances remain at unistructural level, and P12’s advance from prestructural level to unistructural. On the other hand, 2 performances advance from prestructural level to multistructural; 3 advance from unistructural level to multistructural; 6 remain at multistructural level; and 3 advance from multistructural level to relational.

Table 5: Evaluation of countertop height measurement decisions

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measure	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
02	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
03	countertop (height)	NA	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
04	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
05	countertop (height)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
06	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
08	countertop (height)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
09	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
10	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
11	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
12	countertop (height)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
13	countertop (height)	NA	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
14	countertop (height)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	•	•	•		
14	curved countertop (height)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
15	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
15	island countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		

It is observed that all 14 participants issued “countertop - height” category but only 12 of them did it to the extent of allowing valid comparisons between two design sessions (see Table 5). 16 performances in total are provided by 14 participants because P14 and P15 each provide 2 performances. 14 of 16 performances provide valid comparisons between two sessions, unlike P3’s and P13’s performances. Focusing on individual participants’ success in this category, it is observed that 6 participants performed advancements which all are associated with participants’ reported utilisation of immersive features. These 6 advancements include P14’s advancement in “curved countertop (height)” performance. In addition to these, it is observed that all participants used immersive features and at least tried reaching top of the countertop in VLE. Among all 14 performances which provide valid comparisons, 1 performance remains at unistructural level; 3 advance from unistructural level to multistructural; 6 remain at multistructural level; and 3 advance from multistructural level to relational; and 1 remains at relational level.

It is observed that 10 participants issued “countertop - width” category to the extent of allowing valid comparisons between two design sessions (see Table 6). 13 performances in total are provided by 10 participants because P4, P5 and P14 each provide 2 performances. 11 of 13 performances provide valid comparisons between two sessions, unlike P5’s “short part of L-shaped counter (width)” performance and P14’s “countertop (width)” performance. None of the participants’ performance in this category displays advancement between sessions. In addition to this, the only performance which is associated with any use of immersive feature is P4’s “short part of L-shaped counter (width)” performance. During the interview, he mentions that he could shorten the counter’s width owing to his removing the knee space under the sink. He adds that he removed the knee space based on his experience with the countertop in VLE where he realised that it also could be comfortable to work on the countertop by keeping the counter on his side instead of facing towards it.

Table 6: Evaluation of countertop width measurement decisions

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measure	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
03	countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
04	long part of L-shaped counter (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
04	short part of L-shaped counter (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
05	short part of L-shaped counter (width)	NA	UNISTRUCUTURAL			•		
05	countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
06	countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
08	countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
12	countertop (width)	PRESTRUCUTURAL	PRESTRUCUTURAL			•		
13	countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
14	countertop (width)	NA	NA			•		
14	curved countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
15	island countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		

Table 7: Evaluation of door width measurement decisions

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measure	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
02	door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
04	door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
05	door (width)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCURAL	•		•		
06	door (width)	NA	MULTISTRUCURAL			•		
08	door (width)	NA	MULTISTRUCURAL			•		
09	entrance	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
10	door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
11	door (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
12	door (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
13	door (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
13	balcony/terrace door opening (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•		
14	door (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
15	door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•	•	

It is observed that 10 participants issued “door - width” category to the extent of allowing valid comparisons between two design sessions (see Table 7). 13 performances in total are provided by 12 participants because P13 provides 2 performances. 11 of 13 performances provide valid comparisons between two sessions, unlike P6’s and P8’s performances. Only 1 participant’s (P5’s) performance in this category displays advancement between sessions, from prestructural level to multistructural. In addition to this, the only performance which is associated with any use of immersive feature is P15’s performance. As it is mentioned before in this chapter, P15 is the only participant who tries to interact with door width during the IVLE session.

The author does not present a detailed inspection for ratio between dimensional types (i.e.; height, depth, and width) issued in categories, although it seems like something which should be questioned. It is because of two reasons. Firstly, such inspection requires a more detailed and more acknowledged type of identification and distinction between these dimensional types. This is beyond the scope of this

study; moreover, such operation requires expert knowledge from various disciplines (e.g.; visual cognition, linguistics, etc.). Secondly, such inspection requires more examples involving different types of objects and architectural spaces to make a meaningful comparative analysis. For example, “countertop” is the type of volume about which most amount of related information is gathered. Furthermore, it seems like there is a clear difference between categories of countertop-depth, countertop-height, and countertop-width in terms of advancements and participants’ use of immersive features, in a manner favouring the categories issuing “height” and “depth” over the categories involving “width”. However, such deductions should be approached in a most sceptical manner for the very same reason. Such inspection over the performances displaying advancement also seems to be problematic because of the fact that countertop related categories highly outnumber any other categories in this list of performances.

4.2.3 Analysis Based on Session-1 Performance Levels

Results regarding advancements and effects of immersion are examined also via focusing groups of performances which are evaluated to be in the same level before that participants use the IVLE application.

41 performances are evaluated as prestructural regarding S1 (see Table 8). 28 of them display no advancement between two design sessions, and they are not associated with any use of immersive features. 7 of them advance to unistructural level. 6 of these 7 performances are not associated with any use of immersive features. Remaining 1 performance of these 7 is associated with use of immersive features based on the participant’s video records, but it is not associated with reported utilisation of immersive features. It is P12’s decision on “sink area on countertop (horizontal depth)” (see also Title 4.2.1 parag.3). Remaining 6 of those 41 performances advance to multistructural level. 2 of these 6 performances are not associated with any use of immersive features. Remaining 4 of these 6 performances are the only ones which are associated with reported utilisation of immersive features. Accordingly, total 5 performances are associated with use of immersive features. 1 of these is not associated with utilisation of immersive features, and it

advances to unistructural level. On the other hand, 4 of these are associated with utilisation of immersive features, and they advance to multistructural level.

66 performances are evaluated as unistructural regarding S1 (see Table 9). 53 of them display no advancement between two design sessions, and only 4 of these 53 are associated with use of immersive features. 12 of 66 performances advance to multistructural level. 2 of these 12 performances are not associated with any use of immersive features. Remaining 10 performances of these 12 are associated with reported utilisation of immersive features. Remaining 1 of those 66 performances advance to relational level, and it is also associated with reported utilisation of immersive features. Accordingly, total 15 performances are associated with use of immersive features. 4 of these are not associated with utilisation of immersive features and they remain at unistructural level. On the other hand, 11 of these are associated with utilisation of immersive features; 10 advance to multistructural level, and 1 advances to relational level.

81 performances are evaluated as multistructural regarding S1 (see Table 10). 72 of them display no advancement between two design sessions, and only 31 of these 72 are associated with use of immersive features. 9 of 81 performances advance to relational level, all of these 9 performances are associated with reported utilisation of immersive features. Accordingly, total 40 performances are associated with use of immersive features. 31 of these are not associated with utilisation of immersive features and they remain at multistructural level. On the other hand, 9 of these are associated with utilisation of immersive features, and they all advance to relational level.

5 performances are evaluated as relational regarding S1 (see Table 11). None of them display advancement between two design sessions. 4 of these 5 are associated with use of immersive features, but none of them is associated with utilisation of immersive features.

Table 8: Prestructural responses of Session 1

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measurement	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
02	window (height from ground)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•		•		
	distance between window and ceiling	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	ceiling (height)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
03	fridge (width)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•		•		
	oven (width)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•		•		
	window (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
04	distance between table and door	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
05	door (width)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•		•		
	sink (width)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•		•		
	countertop (depth)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	window (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
08	south window (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	south window (height from ground)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	north window (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
09	cabinets (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	•		•		
	entrance	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
10	wide window (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
11	countertop (depth)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	higher part of fridge (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	door (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
12	sink area on countertop (horizontal depth)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•	•	•		
	countertop (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	door (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
13	fridge (width)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
14	horizontal offset between horizontal windows	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (horizontal position)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (height from ground)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	window (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	aspirator (height)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
15	window above countertop (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	cooktop (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	sink (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	door (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	door handle (height)	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	ceiling (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		

Table 9: Unistructural responses of Session 1

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measurement	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	fridge (depth)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	fridge knee space (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•				
	countertop (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	dining table (depth)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	dining table (height)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
02	distance between door and counter	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	window (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
03	store cupboard (depth)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	kitchen floor measurements	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
04	distance between door and counter	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	table (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
05	countertop (height)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	cooktop (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•				
06	countertop (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	table (height)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	distance between wall and counter	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	base cabinet door (width)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL		•	•		
	base cabinet shelves (height)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL		•	•		
	fridge (depth)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	store cupboard (depth)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
08	countertop (depth)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	window (height)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	ceiling (height)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•		
	fridge (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	countertop (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
09	sink (depth)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL		•	•		
	sink (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
10	cooktop (width)	UNISTRUCTURAL	RELATIONAL	•	•	•	•	
	door (height)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
	distance between furniture pieces	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•		•	•	
	kitchen floor measurements	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					
	ceiling (height)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
11	freezer as lower part of fridge (height)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	door (width)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL			•		
12	countertop (height)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	extended part of countertop (depth)	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	base cabinet (height)	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	•	•	•		
	kitchen floor measurements	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL					

Table 9 (continued)

13	distance between store cupboard and door	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	store cupboard (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	store cupboard (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	fridge (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	wall shelf (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	door (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	kitchen floor measurements	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
14	fridge (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	fridge (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	countertop (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	•	•	•		
	countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	window (height from ground)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	window (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	aspirator duct (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	aspirator (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	cooktop (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	curved countertop (height)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
	curved countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	curved countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	door (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	stool (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
table (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL						
table (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL						
15	window above counter (height from ground)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL		•	•		
	window above counter (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	wall cabinet doors (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	east window (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		

Table 10: Multistructural responses of Session 1

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measurement	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	fridge (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•				
	fridge door (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	fridge knee space (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•				
	fridge knee space (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•				
	countertop (depth)	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL		•	•		
	countertop (height)	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
02	door (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•		
	cooktop (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	countertop (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	countertop (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	dining table (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	dining table (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•			
03	countertop (depth)	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL		•	•		
	countertop (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•		•		
04	door (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•		
	countertop (height)	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	short part of L-shaped counter (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•	•	
	long part of L-shaped counter (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL				•	
	countertop (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•	•	
	window handle (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL			•	•	
	table (height)	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL			•	•	
	table (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
05	countertop (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•		•		
06	countertop (height)	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
08	table (width)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
09	countertop (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•	•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL		•	•		
	shorter cabinets (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	taller cabinets (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					
	ceiling (height)	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	•		•		
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL					

Table 10 (continued)

10	countertop (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	drawer (horizontal depth)	MULTISTRUCUTURAL	RELATIONAL	•	•	•	•	
	narrow window (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•	•	
	narrow window (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	narrow window handle (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	wide window (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	wide window (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	fridge (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	fridge (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	fridge (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
	fridge (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	door (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
door handle (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•			
11	countertop (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	fridge (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	door handle (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
	ceiling (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	distance between table and wall	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•	•	
	distance between counter and table	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•	•	
12	countertop (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	base cabinet (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	glass rack (height from countertop)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
13	countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	balcony/terrace door opening (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	wall shelf (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	distance between wall shelf and table	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•	•	
	table (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•	•	
	table (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
14	freezer (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	faucet (height from countertop)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
	sink (location on width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	drawer (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	drawer (vertical depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	drawer (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	RELATIONAL		•	•		
	ceiling (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
15	countertop (depth)	MULTISTRUCUTURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	countertop (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	base cabinet doors (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	distance between counters	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•	•	
	island countertop (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	island countertop (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	island countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	door (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•	•	
	table (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					

Table 11: Relational responses of Session 1

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measurement	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
04	window (height from ground)	RELATIONAL	RELATIONAL		•	•		
08	countertop (height)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
10	cooktop (height)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
12	window (height from ground)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
15	table (height)	RELATIONAL	RELATIONAL					

4.2.4 Analysis Based on Association with Use of Immersive Features

Results of 194 performances which provide valid comparisons are examined also via focusing performances' association with use of immersive features. Effectiveness of immersion in advancements of different performance levels is elaborated.

64 performances are associated with use of immersive features. 5 of them are evaluated as prestructural for Session-1 (see Table 12). 4 prestructural performances advance to multistructural level in Session-3, and they are associated with reported utilisation of immersive features. 1 prestructural performance is associated with use of immersive features, but it is not associated with reported utilisation of immersive features. This one is P12's performance on "sink area on countertop (horizontal depth)" (see also Title 4.2.1 parag.3), and it advance to unistructural level in Session-3. 15 performances are evaluated as unistructural for Session-1. 4 unistructural performances remain at unistructural level in Session-3, and they are not associated with reported utilisation of immersive features. 10 unistructural performances advance into multistructural level in Session-3, and they are associated with reported utilisation of immersive features. 1 unistructural performance advance to relational level in Session-3, and it is associated with reported utilisation of immersive features. 40 performances are evaluated as multistructural for Session-1. 31 multistructural performances remain at multistructural level in Session-3, and they are not associated with reported utilisation of immersive features. 9

multistructural performances advance to relational level in Session-3, and they are associated with reported utilisation of immersive features. 4 performances are evaluated as relational for Session-1. All 4 relational performances remain at relational level in Session-3, and they are not associated with reported utilisation of immersive features.

129 performances are not associated with use of immersive features (see Table 13). 36 of them are evaluated as prestructural for Session-1. In Session-3, 28 prestructural performances remain at prestructural level; 6 prestructural performances advance to unistructural level; and 2 prestructural performances advance to multistructural level. 51 performances are evaluated as unistructural for Session-1. In Session-3, 49 unistructural performances remain at unistructural level; and 2 unistructural performances advance to multistructural level. 41 performances are evaluated as multistructural for Session-1, and all of them remain at multistructural level in Session-3. 1 performance is evaluated as relational for Session-1, and it remains at relational level in Session-3.

Examining performances which are associated with use of immersive features displays an important situation. Accordingly, participants benefit from immersive features in S3 with a higher success ratio when they performed a lower level in S1, in terms of utilising their use of immersive features to advance their performances. To elaborate, 4 performances which are evaluated as relational in S1 are associated with use of immersive features, but these immersive experiences are not utilised for advancing to higher level. 40 performances which are evaluated as multistructural in S1 are associated with use of immersive features, and these immersive experiences are utilised for advancing to higher level in 9 of those 40 performances. 15 performances which are evaluated as unistructural in S1 are associated with use of immersive features, and these immersive experiences are utilised for advancing to higher level in 11 of those 15 performances. 5 performances which are evaluated as prestructural in S1 are associated with use of immersive features, and these immersive experiences are utilised for advancing to higher level in 4 of those 5 performances.

Examining performances which are not associated with use of immersive features also display an important situation. Accordingly, participants display higher success ratio when they performed a lower level in S1, in terms of advancing their performances without any association with use of immersive features. To elaborate, none of 1 performance evaluated as relational in S1 and 41 performances evaluated as multistructural in S1 display any advancement in S3 in the absence of immersive experience. On the other hand, 2 of 51 performances evaluated as unistructural in S1 and 8 of 36 performances evaluated as prestructural in S1 could advance to higher level in S3 in the absence of immersive experience.

These two situations should be reflected upon in conjunction. Whether performances are associated with any use of immersive features or not, success (of advancement) ratio is increasing in every level group from the group of performances evaluated as relational in S1 to the group of performances evaluated as prestructural in S1. One can expect that any performance evaluated as lower levels in S1 could display more advancement after design students are given a second chance to revise their first design. This might be possible to some extent even without providing any external aid between two design sessions. However, it is observed that such success ratio is much higher among performances associated with use of immersive features, in case of performances evaluated as one of prestructural, unistructural, and multistructural in S1. There is no difference in case of performances evaluated as relational in S1, but it should be considered that scope of given design problem and the whole design of the conducted exercise are not fertile for performances in extended abstract level.

Table 12: Performances associated with use of immersive features

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measurement	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL		•	•		
	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
02	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	dining table (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	dining table (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•			
	window (height from ground)	PRESTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•		•
03	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL		•	•		
04	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	short part of L-shaped counter (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	window handle (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	window (height from ground)	RELATIONAL	RELATIONAL		•	•		
	table (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL		•	•		
05	countertop (height)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	countertop (depth)	PRESTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
06	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	base cabinet door (width)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	base cabinet shelves (height)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
08	countertop (depth)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	countertop (height)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
09	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	sink (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL		•	•		
10	cooktop (height)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
	cooktop (width)	UNISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•	•	
	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	drawer (horizontal depth)	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	•	•	•	•	
	narrow window (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•	•	
	fridge (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	door handle (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	distance between furniture pieces	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•	•	
11	countertop (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	countertop (depth)	PRESTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	freezer as lower part of fridge (height)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•	•	•		
	door handle (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		•	•		
	distance between table and wall	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•	•	
	distance between counter and table	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•	•	

Table 12 (continued)

12	countertop (height)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	extended part of countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	base cabinet (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	base cabinet (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	•	•	•		
	sink area on countertop (horizontal depth)	PRESTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	•	•	•		
	glass rack (height from countertop)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
13	window (height from ground)	RELATIONAL	RELATIONAL	•	•	•		
13	countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	distance between wall shelf and table	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•	•	
	table (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•	•	
14	faucet (height from countertop)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
	drawer (vertical depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	drawer (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	RELATIONAL		•	•		
	countertop (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	•	•	•		
	curved countertop (height)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL		•	•		
15	window above counter (height to ground)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL		•	•		
	countertop (depth)	MULTISTRUCUTURAL	RELATIONAL	•	•	•		
	countertop (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	base cabinet doors (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	distance between counters	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•	•	
	island countertop (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	island countertop (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		
	door (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•	•	
	door handle (height)	PRESTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•	•	•		

Table 13: Performances not associated with use of immersive features

Participant Identity	Type of Measurement Decision	Evaluation Rubric Scores		Used IVLE Features				
		Session-1	Session-3	Measurement	Interaction	Observation	Navigation	Visual interaction
01	fridge (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•				
	fridge (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	fridge door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					
	fridge knee space (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•				
	fridge knee space (height)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•				
	fridge knee space (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	•				
	countertop (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					
	dining table (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	dining table (height)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
02	door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
	distance between door and counter	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
	cooktop (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					
	window (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
	distance between window and ceiling	PRESTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
	ceiling (height)	PRESTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCURAL	PRESTRUCURAL					
03	countertop (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•		
	fridge (width)	PRESTRUCURAL	UNISTRUCURAL	•		•		
	oven (width)	PRESTRUCURAL	UNISTRUCURAL	•		•		
	window (width)	PRESTRUCURAL	PRESTRUCURAL			•		
	store cupboard (depth)	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					
	kitchen floor measurements	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
04	door (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
	distance between door and counter	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
	long part of L-shaped counter (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL			•		
	table (depth)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					
	table (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	distance between table and door	PRESTRUCURAL	PRESTRUCURAL					
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					
05	door (width)	PRESTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•		
	sink (width)	PRESTRUCURAL	UNISTRUCURAL	•		•		
	countertop (width)	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	•		•		
	cooktop (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	•				
	window (height)	PRESTRUCURAL	PRESTRUCURAL			•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCURAL	PRESTRUCURAL					
06	countertop (width)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL			•		
	table (height)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	distance between wall and counter	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	fridge (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	store cupboard (depth)	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL					
	kitchen floor measurements	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL					

Table 13 (continued)

08	south window (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	south window (height from ground)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	window (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	ceiling (height)	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	north window (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	fridge (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	table (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
09	kitchen floor measurements	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	shorter cabinets (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	taller cabinets (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	cabinets (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	•		•		
	entrance	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	ceiling (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	sink (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
10	kitchen floor measurements	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	narrow window (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	narrow window handle (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	wide window (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	wide window (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	wide window (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	fridge (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	fridge (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	fridge (height from ground)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	door (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	door (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	ceiling (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
11	kitchen floor measurements	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	fridge (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	higher part of fridge (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	door (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	door (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	ceiling (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
12	kitchen floor measurements	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	countertop (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	door (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
13	distance of store cupboard to door	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	store cupboard (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	store cupboard (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	fridge (width)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	fridge (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	balcony/terrace door opening (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
	wall shelf (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	wall shelf (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	table (depth)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	door (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	kitchen floor measurements	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					

Table 13 (continued)

14	horizontal offset of horiz. windows	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (horiz. position)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows(height to ground)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	horizontal windows (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	freezer (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	fridge (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	fridge (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	sink (location on width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	drawer (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	window (height from ground)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	window (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	window (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	aspirator duct (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	aspirator (height)	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	aspirator (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	cooktop (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL					
	curved countertop (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	curved countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	door (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	ceiling (height)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	•		•		
stool (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL						
table (height)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL						
table (depth)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL						
15	window above countertop (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	window above countertop (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	cooktop (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	sink (width)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	wall cabinet doors (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	island countertop (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL			•		
	door (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		
	table (width)	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL					
	table (height)	RELATIONAL	RELATIONAL					
	east window (width)	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL			•		
	kitchen floor measurements	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL					
	ceiling (height)	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL			•		

4.2.5 Reported Utilisation of Immersive Features

21 of total 24 advanced decisions which are associated with reported utilisation of immersive features issue measurement categories (i.e.; pair of a volume and dimension) which are eligible to be interacted and/or experienced through use of immersive features in the provided IVLE, while 3 of them does not. In case of 9 decisions among those 24, participants refer to and utilise only immersive experiences which involve original type of volume-dimension pair. In case of 8 decisions among those 24, participants refer to and utilise immersive experiences which involve original type of volume-dimension pair and additional immersive experiences which involve an alternate type of volume-dimension pair. In case of 7 decisions among those 24, participants refer to and utilise only immersive experiences which involve an alternate type of volume-dimension pair, although it is observed that participants used immersive features on original type of volume regarding the cases of 3 decisions among those 7 decisions.

Including ones which are evaluated as “Not Applicable”, 89 measurement decisions in total are associated with use of immersive features based on at least one of following, participants’ verbal reports, video records, or notes of information they gathered and notified during their virtual experience. Regarding the case of 23 decisions among those 89, it is observed that participants used immersive features on original type of volume in respect of the cases issued, but they did not verbally report anything about any immersive experience while explaining those decision making processes. In the case of 36 decisions among those 89, participants refer to only immersive experiences which involve original type of volume-dimension pair. In the case of 8 decisions among those 89, participants refer to and utilise immersive experiences which involve original type of volume-dimension pair and at least one additional immersive experience which involves an alternate type of volume-dimension pair. In the case of 22 decisions among those 89, participants refer to only immersive experiences which involve an alternate type of volume-dimension pair, although it is observed (through video records) that participants used immersive features on original type of volume regarding the cases of 4 decisions among these 22 decisions. Total 30 decision making processes which are associated with

immersive experiences which involve an alternate type of volume-dimension pair, and how those alternate types are matched are displayed in Table 14.

Table 14: Utilisation of non-matching volumes

Participant	Type of Measurement Decision	Utilised Alternate Volume
01	countertop (depth)	drawers
	countertop (height)	sink
02	dining table (height)	countertop
	dining table (depth)	countertop
	mini refrigerator (height from ground)	misc.
03	countertop (depth)	wall shelves & cabinets
	window (height from ground)	countertop
	dining table (height)	countertop
04	countertop (height)	drawers
	short part of L-shaped counter (width)	countertop (H)
	table (height)	countertop & drawers
05	countertop (height)	sink
	countertop (depth)	sink
06	countertop (height)	base cabinet shelves
10	cooktop (height)	countertop & base cabinets
	cooktop (width)	base cabinets & navigation
	drawer (horizontal depth)	base cabinets & navigation
	sink (height from ground)	base cabinets
	narrow window (width)	navigation
	fridge (depth)	base cabinet shelves
11	freezer as lower part of fridge (height)	countertop & drawers
12	glass rack (height from countertop)	window
13	store cupboard (height from ground)	base cabinet shelves
	store cupboard (height)	wall shelves & cabinets
	countertop (depth)	sink
	table (width)	navigation
14	drawer (vertical depth)	countertop & sink
	drawer (height from ground)	countertop & sink
	curved countertop (height)	sink
15	countertop (depth)	sink

CHAPTER 5

CONSLUSION

This research started with the intention of contributing to the knowledge of how virtual reality (VR) technologies can be utilised in architectural design education, and to the knowledge of how to evaluate such utilisation. Considering it as a pursuit of knowledge where various fields, mainly architectural design, virtual reality, and educational science intersect, intersection areas to lead a tangible and meaningful integration are sought. Accordingly, the hypothesis that “immersive virtual reality (IVR) technologies can be utilised to enhance novice architecture students’ process of learning how to design in human-scale” is raised. Deriving from the review of literature, initiated research questions and preliminary studies of the author, the study is elaborated upon reciprocal analysis of educational objectives, unique utilities provided by IVR technology, and learning theories and strategies. Consequently, the study focuses on bodily interactions as a crucial factor to acquire an understanding on relation between architectural space and human-scale. Unique immersive VR features that allow such bodily interactions are employed. Drawing from Constructivist Learning Theory and Problem-Based Learning, intended VR application is conceived as a learning environment; and not only learning by experiencing bodily interactions with objects, but also learning by meaningful experience of solving a design problem is aimed. In context of the stressed educational objectives, ‘meaningful experience of a design problem’ implies that students consider bodily activities, capabilities of a human body, and how these can play a role in their design decisions; and accordingly make appropriate design

decisions through reasoning and critical thinking. Accordingly, an appropriate design problem and an appropriate immersive virtual learning environment (IVLE) application are prepared, and they are combined in a particular type of design exercise. The design problem involves a kitchen design for a wheelchair user in order to provide a scenario which is abundant in variety of bodily activities to be tackled and which moves students out of their comfort zone. The application provides an IVLE where participant can experience (from a wheelchair user's viewpoint) a generic kitchen model based on architectural standards. It allows interaction via using one's real hands, and this feature is realised by hand-tracking technology and real-time visual rendering.

As it is similar in all across this interdisciplinary field pointed above, a crucial part of the research for a tangible and meaningful utilisation is to find a tangible way of measuring the impact of IVR. At this point, identifying the actual advancements realised in participants' performances, identifying participants' immersive experiences involving specific immersive VR features, and identifying the utilisation of specific immersive features in those advancements are essential. Accordingly, a before and after test is conducted based on the design exercise where participants are exposed respectively to a pen-and-paper design session, an IVLE session (video recorded from participants' viewpoint), and a second pen-and-paper design session. Following the second design session, two separate interviews are conducted in order to gather detailed information about performances on first and second design sessions respectively. Interview data are analysed; and each individual performance on different categories (measurement decisions) are exposed to a structured evaluation based on the rubric that is derived from the SOLO taxonomy. Immersive experiences involving use of immersive VR features are journalised according to participants' verbal reports and visual evidences from video records of their IVLE experience. Utilisation of a specific immersive feature in an advancement of a performance is identified based on particular verbal reports which indicate the actual advancement of a performance and refer directly or indirectly to the use of the specific immersive feature in a relation with the content which constitutes that advancement. This method, which employs the reported utilisation of immersive features (RUIF) as a crucial criterion, provides the opportunity to explore how

participants make connections between their immersive experiences and their design decisions, in a manner which allows elaborating on distinguished IVR features. This method and what it reveals constitute one of the most important contributions of this study to the research field of ‘VR in architectural education’ and hopefully to the whole research field of ‘VR in education’.

Initial findings of overall 14 case studies show that student participants collected information via using immersive (VR) features to experience certain bodily activities involved in particular use case scenarios to an extent that provided IVLE, technological features, and design problem allow and encourage, in a variety regarding their personal preferences, competency and design thinking abilities. Additionally, most (13/14) of the participants benefited such information and immersive experience to enhance at least one of their measurement decisions to a more sophisticated level in terms of relation between the issued object measurements and human-scale.

An overview of findings suggests that such IVLE providing such immersive features might provide a meaningful experience of solving a design problem when it is provided within such design/learning activity as a whole including the provided type of design problem and the conceived scenario of the exercise. Therefore, these findings confirm the initial hypothesis of this study to an extent where short-term exposure and short-term design exercises are issued. Although these interpretations cannot be generalised about long term exposure and its impact on learning at this point, findings are promising and encouraging for future research.

Suggestions for Future Studies

As it is argued in previous chapter, performances in some categories (e.g.; countertop-height, countertop-depth) highly outnumber performances from other categories, in terms of identified advancement. Indubitably, different categories provide different opportunities and limitations in terms of possible performance level. For instance, it would not be realistic to expect a relational level performance for deciding a door’s height. It should be considered that some type of volumes (or objects) are richer than others in terms of providing possible relations with bodily

activities and interactions that one can consider while designing. In order to observe advancements on design decision performances, type of architectural space issued in the design exercise should not be limiting in that sense.

There are two things that the author wants to highlight for researchers and scholars who want to conduct a similar study and/or to prepare an IVLE application within a design exercise for similar educational purposes. Firstly, it is suggested to provide a setting that would move students out of their comfort zone, such as employing the criterion of wheelchair user or giving a design problem to encourage students to design objects that they are not familiar with. Secondly, it is suggested to include interactive objects in such IVLE as much as possible, even though they would give very simplified feedbacks upon interaction. Based on this study and the preliminary studies of the author, it was observed many times that even the idea of possibility of interaction encouraged students to try to interact with their environment. These two criteria are important not only for acquiring a rich data pool, but also for supporting students' active engagement with the learning activity.

It is also suggested to provide various example and non-example models in IVLE applications to be utilised for educational settings (similar to one in this study). It was observed that students might be satisfied about their decisions when they think that their simulated experience was comfortable enough. Regarding students' bodily differences, variety of experiences might help them to evaluate accessibility issues more realistically. Watching experiences of other people (with different body sizes) or experiencing the environment via a different avatar might help too.

It is suggested to repeat similar studies with participation of first year architecture students, with different type of architectural spaces (e.g.; bathroom), and with different scenarios of design exercise. Most importantly, long-term exposure and its impacts on learning should be investigated. Innovative efforts of scholars and institutes are most needed in this field.

REFERENCES

- Achten, H., De Vries, B. and Jessurun, J. (2000) 'DDDOOLZ. Virtual Reality Sketch Tool for Early Design', in Tan, B.-K., Tan, M., and Wong, Y.-C. (eds) *Proceedings of the Fifth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*. Singapore Centre for Advanced Studies in Architecture (CASA), pp. 451–460.
- Aish, R. (1977) 'Prospects for design participation', *Design methods and theories*. Design Methods Institute, 11, pp. 38–47.
- Akalin, A. and Sezal, I. (2009) 'The importance of conceptual and concrete modelling in architectural design education', *International Journal of Art & Design Education*. Wiley Online Library, 28(1), pp. 14–24.
- Akpan, J. I. and Brooks, R. J. (2005) 'Experimental investigation of the impacts of virtual reality on discrete-event simulation', in *Simulation Conference, 2005 Proceedings of the Winter*. IEEE, p. 8.
- Anderson, L. W. and Krathwohl, D. R. (2001) *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives - Complete Edition*. White Plains, NY: Addison Wesley Longman.
- Angulo, A. (2015) 'Rediscovering Virtual Reality in the Education of Architectural Design: The immersive simulation of spatial experiences', *Ambiances. Internatonail Journal of Sensory Environment, Architecture and Urban Space*. UMR 1563-Ambiances Architectures Urbanités. doi: 10.4000/ambiances.594.

Ataman, O. and Lonman, B. (1996) 'Introduction to Concept and Form in Architecture: An Experimental Design Studio Using the Digital Media', in McIntosh, P. and Ozel, F. (eds) *Design Computation, Collaboration, Reasoning, Pedagogy: Proceedings of the ACADIA 1996 Conference*, pp. 3–9.

Bandura, A. (1997) *Self-efficacy: The exercise of control*. Macmillan.

Bangaoil, A. A. (2011) 'Knowles' theory of andragogy', *AERA Research Journal*, 2(1), pp. 14–20.

Bermudez, J. (1997) 'Inquiring between digital and analog media: Towards an interfacial praxis of architecture', in *Proceedings of the ACSA 85th Annual Meeting; Architecture, Material & Imagined*, pp. 520–523.

Bermudez, J. and King, K. (2000) 'Media interaction and design process: Establishing a knowledge base', *Automation in Construction*. Elsevier, 9(1), pp. 37–56.

Bevan, N. (2006) 'International standards for HCI', *Encyclopedia of human computer interaction*. IGI Global Hershey.

Biggs, J. B. and Collis, K. F. (1982) *Evaluation the quality of learning: the SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome)*. Academic Press.

Bijl, A. (1982) 'Dumb Drawing Systems and Knowledge Engineering', in Pipes, A. (ed.) *CAD82: 5th International Conference and Exhibition on Computers in Design Engineering*. Guildford: Butterworths, pp. 346–352.

Bijl, A. (1986) 'Designing with words and pictures in a logic modelling environment', in Pipes, A. (ed.) *Computer-aided Architectural Design Futures. International Conference on Computer-aided Architectural Design*. Guildford: Butterworths, pp. 128–145.

Bittermann, M. S. (2009) *Intelligent Design Objects (IDO): a cognitive approach for performance-based design*. Doctoral dissertation. TU Delft.

- Bloom, B. S. *et al.* (1956) *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals: handbook I: cognitive domain*. New York: Mckay.
- Bonwell, C. (1996) 'Building a supportive climate for active learning', in *The National Teaching and Learning Forum*, pp. 4–7.
- Bowman, D. A. and McMahan, R. P. (2007) 'Virtual reality: how much immersion is enough?', *Computer. IEEE*, 40(7).
- Breen, J., Nottrot, R. and Stellingwerff, M. (2003) 'Tangible virtuality—perceptions of computer-aided and physical modelling', *Automation in construction*. Elsevier, 12(6), pp. 649–653.
- Burdea, G. C. and Coiffet, P. (2003) *Virtual reality technology*. John Wiley & Sons.
- Cao, Q. and Protzen, J.-P. (1999) 'Managing design information: Issue-based information systems and fuzzy reasoning system', *Design Studies*. Elsevier, 20(4), pp. 343–362.
- Charters, E. (2003) 'The use of think-aloud methods in qualitative research an introduction to think-aloud methods', *Brock Education Journal*, 12(2).
- Chen, C. J. (2010) 'Theoretical Bases for Using Virtual Reality in Education', *Themes in Science and Technology Education*, 2(1–2), pp. 71–90.
- Cheng, N. (1995) 'By all means: multiple media in design education', in Colajanni, B. and Pellitteri, G. (eds) *Multimedia and Architectural Disciplines: 13th eCAADe Conference Proceedings*, pp. 117–128.
- Cheng, N. Y. (1995) 'Linking the Virtual to Reality: CAD & Physical Modeling', in Tan, M. and Teh, R. (eds) *The Global Design Studio: Proceedings of the Sixth International Conference on Computer-Aided Architectural Design Futures*, pp. 303–311.
- Childs, M. (2007) 'Real learning in virtual worlds', *Warwick Interactions Journal*, 30(2), pp. 38–45.

Chittaro, L. and Ranon, R. (2007) 'Web3D technologies in learning, education and training: Motivations, issues, opportunities', *Computers & Education*. Elsevier, 49(1), pp. 3–18.

Dale, E. (1969) *Audio-Visual Methods in Teaching*. 3rd edn. New York, NY: Holt, Rinehart, and Winston.

Dass, S., Dabbagh, N. and Clark, K. (2011) 'Using virtual worlds: What the research says', *Quarterly Review of Distance Education*. Information Age Publishing, 12(2), p. 95.

Davidson, J. N. and Campbell, D. A. (1996) 'Collaborative design in virtual space-Greenspace II: A shared environment for architectural design review', in McIntosh, P. and Ozel, F. (eds) *Design Computation: Collaboration, Reasoning, Pedagogy - Conference of the Association for Computer Aided Design In Architecture, ACADIA*. Tucson, Arizona, pp. 165–179.

Dawley, L. (2009) 'Social network knowledge construction: Emerging virtual world pedagogy', *On the Horizon*. Emerald Group Publishing, 17(2), pp. 109–121.

Dean, E. E. (1996) 'Teaching the proof process: A model for discovery learning', *College Teaching*. Taylor & Francis, 44(2), pp. 139–144.

Dewey, J. (1998) *Experience and education*. New York, NY: Kappa Delta Pi.

Dimitropoulos, K., Manitsaris, A. and Mavridis, I. (2008) 'Building virtual reality environments for distance education on the web: A case study in medical education', *International Journal of Social Sciences*, 2(1), pp. 62–70.

Duncan, I., Miller, A. and Jiang, S. (2012) 'A taxonomy of virtual worlds usage in education', *British Journal of Educational Technology*, 43(6), pp. 949–964.

Eastman, C. (1976) 'General purpose building description systems', *Computer-Aided Design*. Elsevier, 8(1), pp. 17–26.

Ericsson, K. A. and Simon, H. A. (1980) 'Verbal reports as data.', *Psychological review*. American Psychological Association, 87(3), pp. 215–251.

Ericsson, K. A. and Simon, H. A. (1993) *Protocol analysis: Verbal reports as data, Revised Edition*. London: The MIT Press.

Freitas, M. R. de and Ruschel, R. C. (2013) 'What is Happening to Virtual and Augmented Reality Applied to Architecture?', in Stouffs, R. et al. (eds) *Open Systems: Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRRIA 2013)*. Singapore, pp. 407–416.

Gül, L. F., Williams, A. and Gu, N. (2012) 'Constructivist learning theory in virtual design studios', *Computational Design Methods and Technologies: Applications in CAD, CAM and CAE Education*. IGI Global, pp. 139–162.

Hamza, N. and Horne, M. (2007) 'Educating the designer: An operational model for visualizing low-energy architecture', *Building and Environment*, 42(11), pp. 3841–3847.

Hanna, R. and Barber, T. (2001) 'An inquiry into computers in design: attitudes before–attitudes after', *Design Studies*. Elsevier, 22(3), pp. 255–281.

Henderson, M. *et al.* (2012) 'The impact of Chinese language lessons in a virtual world on university students' self-efficacy beliefs', *Australasian Journal of Educational Technology*. ASCILITE, 28, pp. 400–419.

Henry, D. (1992) *Spatial Perception in Virtual Environments: Evaluating an Architectural Application*. Master thesis. University of Washington.

Herbert, D. M. (1995) 'Models, Scanners, Pencils, and CAD: interactions between manual and digital media', in Kalisperis, L. and Kolarevic, B. (eds) *Computing in Design - Enabling, Capturing and Sharing Ideas: ACADIA Conference Proceedings*, pp. 21–35.

Hew, K. F. and Cheung, W. S. (2010) 'Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research', *British journal of educational technology*, 41(1), pp. 33–55.

Horne, M. and Thompson, E. M. (2008) 'The role of virtual reality in built environment education', *Journal for Education in the Built Environment*. Taylor & Francis, 3(1), pp. 5–24.

Huang, H.-M., Rauch, U. and Liaw, S.-S. (2010) 'Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach', *Computers & Education*. Elsevier, 55(3), pp. 1171–1182.

Jestice, R. and Kahai, S. S. (2010) 'The Effectiveness of Virtual Worlds for Education: An Empirical Study', in *AMCIS*, p. 512.

John, N. W. (2007) 'The impact of Web3D technologies on medical education and training', *Computers & Education*. Elsevier, 49(1), pp. 19–31.

Jonassen, D. H. (1994) 'Thinking technology: Toward a constructivist design model', *Educational technology*, 34(4), pp. 34–37.

Kalisperis, L. N. *et al.* (2002) 'Virtual reality/space visualization in design education: the VR-desktop initiative', in Koszewski, K. and Wrona, S. (eds) *Proceedings of eCAADe2002, design e-ducation: Connecting the Real and the Virtual*. Warsaw, Poland: Warsaw University of Technology, pp. 64–71.

Kellett, R. (1996) 'Media matters: nudging digital media into a manual design process (and vice versa)', in McIntosh, P. and Ozel, F. (eds) *Design Computation: Collaboration, Reasoning, Pedagogy: ACADIA Conference Proceedings*, pp. 31–42.

Kennedy, E. L. (1986) *CAD Drawing Design Data Management: Design, Drawing, Data Management*. New York: Watson-Guptill.

Knowles, M. S. (1980) *The modern practice of adult education (revised and updated)*. 2nd edn. New York: Cambridge.

Kolb, D. (1984) *Experiential learning as the science of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Koutamanis, A. (2000) 'Digital architectural visualization', *Automation in Construction*. Elsevier, 9(4), pp. 347–360.

Koutamanis, A. (2005) 'A Biased History of CAAD', in *Digital Design: The Quest for New Paradigms: 23rd eCAADe Conference Proceedings*, pp. 629–637.

Kvan, T., Yip, W. H. and Vera, A. (1999) 'Supporting design studio learning: An investigation into design communication in computer-supported collaboration', in Hoadley, C. M. and Roschelle, J. (eds) *Proceedings of the 1999 Conference on Computer Support for Collaborative Learning*. International Society of the Learning Sciences, pp. 328–332.

Kwan, A. (2009) 'Problem-based learning', in Tight, M. et al. (eds) *The Routledge international handbook of higher education*. New York: Routledge, pp. 91–107.

Lave, J. (1988) *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge University Press.

Lave, J. and Wenger, E. (1991) *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge university press.

Lawson, B. (2002) 'CAD and creativity: does the computer really help?', *Leonardo*. MIT Press, 35(3), pp. 327–331.

Limniou, M., Roberts, D. and Papadopoulos, N. (2008) 'Full immersive virtual environment CAVETM in chemistry education', *Computers & Education*, 51(2), pp. 584–593.

Loke, S.-K. (2015) 'How do virtual world experiences bring about learning? A critical review of theories', *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(1).

Mantovani, F. (2001) 'VR Learning: Potential and Challenges for the Use of 3D Environments in Education and Training', in Riva, G. and Galimberti, C. (eds) *Towards cyberpsychology: mind, cognition, and society in the Internet age*. Amsterdam: IOS Press, pp. 207–228.

Marshall, T. B. (1992) 'The computer as a graphic medium in conceptual design', in Kensek, K. and Noble, D. (eds) *Computer supported design in architecture, Mission, Method, Madness, ACADIA 92*, pp. 39–47.

Martens, B., Koutamanis, A. and Brown, A. (2007) 'Predicting the future from past experience', in Kieferle, J. and Ehlers, K. (eds) *Predicting the Future: 25th eCAADe Conference Proceedings*, pp. 523–531.

Marzano, R. J. and Kendall, J. S. (2006) 'The need for a revision of Bloom's taxonomy', in *The new taxonomy of educational objectives*. 2nd edn. Sage Publications, pp. 1–20.

Mason, H. (2007) 'Experiential education in second life', in *Proceedings of the Second Life Education Workshop*.

Matthews, D. and Temple, S. (1998) 'Synthesizing dualities: Integrating virtual and material technologies in the design studio', in *Proceedings of the ACSA 86th Annual Meeting; Architecture, Material & Imagined*, pp. 234–240.

Mikropoulos, T. A. and Natsis, A. (2011) 'Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009)', *Computers & Education*. Elsevier, 56(3), pp. 769–780.

Mills, S. and de Araújo, M. M. T. (1999) 'Learning through virtual reality: a preliminary investigation', *Interacting with Computers*. Oxford University Press, 11(4), pp. 453–462.

Mitchell, W. J. (2005) 'Constructing complexity', in Martens, B. and Brown, A. (eds) *Computer aided architectural design futures 2005*. Dordrecht: Springer, pp. 41–50.

Monahan, T., McArdle, G. and Bertolotto, M. (2008) 'Virtual reality for collaborative e-learning', *Computers & Education*. Elsevier, 50(4), pp. 1339–1353.

Neiman, B. (1994) 'The Poetics Potential of Computers: Design and Architecture with the Macintosh', in *Focus Symposium on Computers & Innovative Architectural Design: The 7th International Conference on Systems Research, Informatics, and Cybernetics*. Baden.

Neiman, B. and Bermudez, J. (1997) 'Between Digital & Analog Civilizations: The Spatial Manipulation Media Workshop', in Jordan, J. P., Mehnert, B., and Harfman, A. (eds) *Design and Representation: ACADIA '97 Conference Proceedings*, pp. 131–137.

Neufert, E., Neufert, P. and Kister, J. (2012) *Architects' data*. 4th edn. John Wiley & Sons.

Nikolic, D. (2007) *Evaluating relative impact of virtual reality components detail and realism on spatial comprehension and presence*. Doctoral dissertation. Pennsylvania State University.

Novitski, B. J. (1991) 'CADD HOLDOUTS+ WHY SOME ARCHITECTS REFUSE TO DESIGN ON COMPUTERS', *ARCHITECTURE-THE AIA JOURNAL*. BILLBOARD PUBLICATIONS, 80(8), pp. 97–99.

Okeil, A. (2010) 'Hybrid design environments: immersive and non-immersive architectural design', *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 15(16), pp. 202–216.

Oxman, R. (2006) 'Theory and design in the first digital age', *Design studies*. Elsevier, 27(3), pp. 229–265.

Pan, Z. *et al.* (2006) 'Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments', *Computers & Graphics*. Elsevier, 30(1), pp. 20–28.

Paranandi, M. and Sarawgi, T. (2002) 'Virtual Reality on Architecture: Enabling Possibilities', in Eshaq, A. R. M. *et al.* (eds) *Proceedings of CAADRIA 2002, 7th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*. Cyberjaya, Malaysia, pp. 309–316.

Parsons, P. W. (1994) 'Craft and Geometry in Architecture: An Experimental Design Studio Using the Computer', in Harfman, A. and Fraser, M. (eds) *Reconnecting: ACADIA Conference Proceedings*, pp. 171–176.

Petrakou, A. (2010) 'Interacting through avatars: Virtual worlds as a context for online education', *Computers & Education*. Elsevier, 54(4), pp. 1020–1027.

Piaget, J. (1970) *Science of education and the psychology of the child*. Translated from the French by Derek Coltman. New York: Orion.

Rankin, J. M. (1988) 'Designing thinking-aloud studies in ESL reading', *Reading in a Foreign Language*, 4(2), pp. 119–132.

Rauch, U. (2007) 'Who owns this space anyway? The Arts 3D VL Metaverse as a network of imagination', in *EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), pp. 4249–4253.

Richens, P. (1994) 'Does knowledge really help? CAD research at the Martin Centre', *Automation in Construction*. Elsevier, 3(2–3), pp. 219–227.

Roupé, M. *et al.* (2012) 'Using the human body as an interactive interface for navigation in VR models', in Fischer, T. *et al.* (eds) *Proceedings of the 17th International Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia*. Chennai, India: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, pp. 79–88.

Sala, N. (2007) 'Multimedia and Virtual Reality Technologies in Architecture Education', in Khosrow-Pour, M. (ed.) *Managing Worldwide Operations and Communications with Information Technology*, pp. 1039–1041. Available at: <http://www.irma-international.org/viewtitle/33245/> (Accessed: 20 March 2017).

Salama, A. M. (2015) *Spatial design education: New directions for pedagogy in architecture and beyond*. Burlington: Ashgate.

Savin-Baden, M. *et al.* (2010) 'Situating pedagogies, positions and practices in immersive virtual worlds', *Educational Research*. Taylor & Francis, 52(2), pp. 123–133.

Schnabel, M. A. (2011) 'The immersive virtual environment design studio', in Wang, X. and Tsai, J. J.-H. (eds) *Collaborative Design in Virtual Environments*. Springer, pp. 177–191.

- Schnabel, M. A. and Kvan, T. (2002) 'Design, communication & collaboration in immersive virtual environments', *International Journal of Design Computing*, 4, p. 38.
- Sherman, W. R. and Craig, A. B. (2003) 'Understanding virtual reality', *Journal of Documentation*, 59(4), pp. 483–486.
- Shih, Y.-C. and Yang, M.-T. (2008) 'A collaborative virtual environment for situated language learning using VEC3D', *Journal of Educational Technology & Society*. JSTOR, 11(1).
- Slater, M. (2003) 'A note on presence terminology', *Presence connect*. Emerald Group Publishing, 3(3), pp. 1–5.
- Smulevich, G. (1997) 'Berlin-Crane City: Cardboard, Bits, and the Post-Industrial Design Process', in Jordan, J. P., Mehnert, B., and Harfman, A. (eds) *Design and Representation: ACADIA '97 Conference Proceedings*, pp. 139–153.
- Sorguç, A. G., Selçuk, S. A. and Çakıcı, F. Z. (2011) 'Computer Simulation as an Integral Part of Digital Design Education in Architecture: The Modulator', in *29th eCAADe Conference Proceedings*, pp. 43–50.
- Sutcliffe, A. (2003) *Multimedia and virtual reality: designing multisensory user interfaces*. Psychology Press.
- Taxén, G. and Naeve, A. (2002) 'A system for exploring open issues in VR-based education', *Computers & Graphics*. Elsevier, 26(4), pp. 593–598.
- Virvou, M. and Katsionis, G. (2008) 'On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of VR-ENGAGE', *Computers & Education*. Elsevier, 50(1), pp. 154–178.
- Vygotsky, L. S. (1978) *Mind in society: The development of higher mental process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wang, F. and Burton, J. K. (2013) 'Second Life in education: A review of publications from its launch to 2011', *British Journal of Educational Technology*, 44(3), pp. 357–371.

Wenger, E. (1998) *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge university press.

Wetzel, C. D., Radtke, P. H. and Stern, H. W. (1994) *Instructional effectiveness of video media*. Lawrence Erlbaum Associates.

Whyte, J. (2007) *Virtual reality and the built environment*. 1st edn. London: Routledge.

Winn, W. (1993) *A conceptual basis for educational applications of virtual reality*, Technical Publication R-93-9. Seattle.

Witmer, B. G. and Singer, M. J. (1998) 'Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire', *Presence*. MIT Press, 7(3), pp. 225–240.

Zhang, L. *et al.* (2011) 'Spatial cognition and architectural design in 4d immersive virtual reality: Testing cognition with a novel audiovisual cave-cad tool', in *Proceedings of the Spatial Cognition for Architectural Design Conference*.

Zikic, N. (2007) *Evaluating Relative Impact of VR Components Screen size, Stereoscopy and Field of View on Spatial Comprehension and Presence in Architecture*. Doctoral dissertation. Pennsylvania State University.

APPENDIX A

INDIVIDUAL ANALYSES

In all tables in this section, areas displaying performances which are anyhow associated with use of any immersive utility of the application are displayed with grey coloured background.

Table 15: Analyses of verbal reports of Participant-01

P-01	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
fridge (height)	"İlk, tekerlekli sandalyenin yüksekliğini düşündüm. Daha sonra kolumun nereye kadar uzanacağını falan düşündüm ki –çünkü kalkamıyorum- ona göre uzanabileceğim maksimum yükseklik... Maksimum yükseklik olsun da istemedim çünkü o kadar zorlanmaya gerek yok, sonuçta dolaptan bir şey alıyorum. O yüzden dolabın boyunu (yüksekliğini) 120 cm düşünmüşüm ilk başta." "...oturduğum hali artı kolumun yüksekliği ne kadar olur diye düşündüm."	"...hem sandalyenin genişliğini düşündüm bu sefer hem de eğilip yükselebileceğim kısmı, yani yine kolumu düşündüm ama daha gerçekçi ölçülerle düşündüm. Oturduğum yerden 30 cm yükseklik verdim bir şeyler almak için buzdolabından. Oturduğum yere de 50 + 20 dedim. Yani yine hem sandalye, hem beden ölçümü baz aldım... Gövdeyle kolum arası verdim ki kolum çok uzanmasın istiyorum, yani yine zorlanmıyım. Sadece 30 cm'lik bir efor olsun."	Measurement
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (depth)	"...önce soru işareti koydum, sonra 30 cm falan dedim. Tekerlekli sandalyeyi pek işin içine katamadım orada galiba."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
fridge door (width)	"O da otururken yetişebileceğim uzaklık; yine kol uzunluğu ama zorlamasın beni diye sadece kol uzunluğu olarak düşündüm. Ya da kol uzunluğundan daha az düşündüm." "... yanlar da en az 20 cm olursa buzluk olarak işe yarayabileceğini düşündüm."	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 15 (continued)

fridge knee space (depth)	(Given measurement: 30 cm) "...tekerlekli sandalyenin biraz daha içine girmesini istedim. Çünkü tekerlekli sandalye ile kapak açmak zor gelecek diye düşündüm... O yüzden buzdolabının ortasında bir boşluk var..." "Sonra o arada tekerlekli sandalye için küçük bir boşluk bıraktım. Şunları buzluk olarak düşündüm. Artık zaten buzluk altta olacak şekilde yapıyorlar buzdolaplarını. Genişliğini bilmiyordum ama mesela, ayak kısmını unuttum ben sadece şey diye düşündüm ben şimdi oturuyorum 50 cm olsa bacaklarıma kadar sırtımı yasladığım yer, azcık ilerlesem girerim diye düşündüm ama ayak kısmı olduğu için biraz daha boşluk bırakmam gerektiğini farkettim daha sonra."	(Not changed)	Measurement
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge knee space (height)	"(Tekerlekli) Sandalyeye göre tamamen. Oturduğum yerden biraz daha yüksekte olması gerekiyor. Çünkü tekerlekler yanlış hatırlıyorsam oturaktan daha yüksekte. Bir de eliyle oraya gittiğini varsayarsak elini yaralama riski olmasın diye. 50 cm dedim (tekerlekli) sandalyenin yüksekliğine, 20 cm de tekerlek artı el payı."	"Oturduğum yere de 50 + 20 dedim. Yani yine hem sandalye, hem beden ölçümü baz aldım... Gövdemle kolum arası verdim ki kolum çok uzanmasın istiyorum, yani yine zorlanmıyım."	Measurement
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge knee space (width)	"... tekerlekli sandalyenin girebileceği şu kısım için de 80 cm bıraktım."	"...bulduğum her boşluğu 80 cm yaptım, sandalyenin girebileceği kadar yani."	Measurement
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (depth)	"O da kolumun uzanabileceği... Yine biraz şey düşünmedim en başta hem genişliğini hem de sandalye olsa bile her yere çarpa çarpa zorlaya zorlaya mı uzanacağım? Onu düşünmemiştim. Direk kol uzunluğundan, otururken kol uzunluğum ne kadar? Tezgaha o kadar yetişirim diye düşündüm."	"...sonra dedim ki bu tezgah sonuçta, yani buralardaki kullanım alanı aşırı az hiçbir şey koyamazlar buraya. O yüzden onu bir tık daha değiştirdim. Böyle bir tezgah kısmı düşündüm. O da yandan tamamen tekerlekli sandalyenin genişliğine, o ayak kısmından sırt kısmına kadar olan şeyleri de düşündüm. Şu tezgah ucunu biraz artırdım, çünkü dolap da koyacağım için bu yere; dolap artı benim (tekerlekli sandalyenin) gireceğim kısım kol boyunu aşıyordu. O yüzden şurayı azcık uzatıp dolabın genişliğini azalttım. Böylece daha rahat girebiliyor. Hem dolabı kullanmış oluyor. 30 cm genişliğinde bir dolabı (çekmece) var.""50 cm'i de şeye göre yaptım. 110cm'di, bacakların tamamen tezgaha girmesinin gerek olmadığını düşündüm. 50 cm'lik kısmı girse - şöyle bir şey yapmaktansa, şöyle daha rahat kullanır diye düşündüm... ve bu mesafeye göre 40 cm dedim bu sefer tamamen kol boyuma göre demedim. Burada (tezgahın boş kısmı) rahatça elini yıkayabiliyor artı şu olaydan (tezgahın aşağıya ve geriye doğru eğimliliği) dolayı tezgahı da rahatça kullanabiliyor.""Bir de orada (VR) biraz zorlandık; kapıyı açmada, çekmeceye ulaşmada. Ne kadar değiştirebiliriz? Diyorum ya mesela; tezgah sonuçta bu kullanılacak, ben ne kadar azaltırsam kullanılacak alan ne kadar değişir? O yüzden genişliğini (derinlik) azalttığım da boyunu (genişlik) biraz uzattım.""Daha önce dediğim gibi hiç tekerlekli sandalyede oturmadığım için sadece varsayımsal olarak yaptım ilk çizimi. O yüzden hiç düşünmedim sandalyede ayak koyulacak yeri falan. VR'da hani gelebileceğimiz en yakın nokta bu,	Interaction, Observation

Table 15 (continued)

countertop (depth) (cont'd)		burdan sonra kolumu uzattığımda bakıyorum tezgahın yüzde ellisine yetişemiyorum. O zaman bir şeyler değişmeli diye düşündüm. "	
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	"Yüksekliğine 60 cm demişim. Ama o da yanlış bence, çünkü ilk önce dolabınki gibi bir şey düşünmem gerekiyordu sonuçta. O anda yine sandalyeye oturduğum yer artı boyumun uzanabileceği, elimi yıkarken kolay olsun diye. Oturduğum yerden koluma kadar bir mesafe düşündüm ki bir de oraya kadar uzanmaya çalışmayayım diye."	"Tezgahın boyuna 80 cm dedim. Normal (VR uygulamadaki) tezgah 90 cm idi. Onu şöyle düşündüm; yine bi iş yaparken dolabı şöyle yapmak var (<i>kollarını yere paralel şekilde uzatıyor</i>) ya da dolabı direk elinin altına almak var. Daha rahat olacağını düşündüm, o yüzden 80 cm dedim. Bir 10 cm daha kısalttım, böylelikle elini yıkaması falan kolaylaşsın diye. Sonuçta bir hareket var yine tezgahın üstünde."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (width)	(Given measurements: 200 cm, 200 cm) "Tezgahın genişliğini (derinliğini) kısalttığım için boyuna (genişliğine) vereyim diye; sonuçta kullanılacak alan diye düşündüm."	(Given measurements: 400 cm) "... tezgah sonuçta bu kullanılacak, ben ne kadar azaltırsam kullanılacak alan ne kadar değişir? O yüzden genişliğini (derinliğini) azalttığımda boyunu (genişliğini) biraz uzattım."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	"Burası 4, şurası 5 metre. Şurayı daha uzun tuttum, girişten ilerlemesi daha kolay olsun diye. Giriş şuradan olursa, buzdolabı geniş, ayrıca buraya masa (ve tezgah) koyarak boyunu daha uzun tuttum mutfağın. Buzdolabını da o yüzden yalnız bıraktım."	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (depth)	(Given measurement: 40 cm)"Onu tezgahla aynı düşünmüştüm; 40 cm."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
dinning table (height)	(Given measurement: 60 cm)	"...tezgahla aynı olur diye düşündüm."	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
circulation area floor measurements	(Represented without measurement) "...orta alanda ne kadar ilerler düşünmedim hiç."	(Represented without measurement) (Not enough information)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	PRESTRUCTURAL	NA	
distance between fridge and counter	(Given measurement: 200 cm) (No comment)	"...hiç keskin köşe kullanmamak adına böyle bir şey yaptım... Tezgahı böyle yapınca diğer parçalar da birbirine oturuyor gibi görünsün istedim ama aslında burada bir boşluk olması daha iyi olur; şu an düşününce. Çünkü burada çekmecelerim var. O zaman neye göre yaptım bilmiyorum. Orayı çok düşünmedim."	
	NA	PRESTRUCTURAL	

Table 16:Analyses of coded verbal reports of Participant-01

P-01	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
fridge (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (depth)	- estimation	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
fridge door (width)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - intrinsic function of the object	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge knee space (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	Measurement
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge knee space (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge knee space (width)	- wheelchair size	- wheelchair size	Measurement
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- intrinsic function of the object - wheelchair size - size of a relevant volume - body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (width)	- intrinsic function of the object	- intrinsic function of the object	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 16 (continued)

kitchen floor measurements	- spatial organization - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (depth)	-correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
dinning table (height)	-correlating scale/measurement with another volume	-correlating scale/measurement with another volume	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
circulation area floor measurements	- ignoring/neglecting	(Not enough information)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	PRESTRUCTURAL	NA	
distance between fridge and counter	(Not enough information)	- ignoring/neglecting	
	NA	PRESTRUCTURAL	

Table 17: Analysis of verbal reports of Participant-02

P-02	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
door (width)	<p>"...engelli olsam kapı açmak benim için zor olabilir diye düşündüm. Ondan dolayı kapı koymak yerine geniş bir geçit koymak daha mantıklı geldi. Sonuç olarak bu bir engelli evi. O yüzden kapısız bir açık, 180 cm'lik, standart 2 kapı boyutunda bir geçiş düşündüm, rahat geçer diye."</p> <p>"Başta gerçekten kapı koymayı ben de düşünmüştüm. İkişer tane kapı koyacaktım. Ondan sonra kapı açmak zor olur diye düşünüp yapmamıştım."</p>	<p>"(Uygulamayı kullanmaya başlarken) ...kapı koysam, kapı beni kısıtlayabilir mi... (diye düşündüm)"</p> <p>"...onu kesinlikle öyle bıraktım. Çünkü oradaki (uygulamadaki) kapıyı gördüm zaten. Verdiğim kararın doğru olduğuna karar verdim. Çünkü kapıyı açacak... Bir de hareketler düşündüm; gidiyorsun, kapıyı açıyorsun, tekerlekli sandalye ile geri gitmen lazım. Bunlar çok iş, yorulur bir insan. Kendi evinde neden yorulsun diye düşündüm. O yüzden kapısına gerek yok. Bir de hani geniş bir yerden geçerse kendini daha huzurlu hisseder bence."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between door and counter	<p>"O geçişi sağlamak içindi, ama yeterli olmayabilir. Sonuç olarak sandalye boyutları 50 cm ve (...bu aralık onun...) iki katı kadar; 1 m."</p> <p>"1 m yeterli olur diye düşündüm. Şurada 70 cm'lik bir geçit var diyelim. Şurada da bir 70 cm var. Şurası 180 cm ise, şöyle 70 gelip, şurası genel olarak, şurada da 5 cm'lik olsa 110 cm'e yakın bir boşluk oluyor. (Tasarım sonrası yorumu:)Tamam evet geçer ama çok dar. Kendini kısıtlanmış gibi hisseder."</p> <p>"(tekerlekli sandalyenin boyutlarını) Düşündüm. Zaten şurada da boyutları tam aklımda olmadığı için –sandalyenin- bilmediğim için daha çok, engelli sandalyesiyle normal sandalye bir midir. Biraz daha kendi sandalyelerimize göre düşünmeye baktım."</p>	<p>(Altered design)</p> <p>"Ama ondan sonra şurada (1. kısımdaki tasarımda) mesela tezgah hatası yaptığımı farkettim. Çünkü çok dar bir yerden giriyorsun. Sandalye ile buradan geçerken zorlanabilir."</p> <p>"(Uygulamayı kullanmaya başlarken) ...kapıyla dolap arasındaki mesafe ne olabilir (diye düşündüm)... Bir mobilya ile kapı arasındaki mesafe ne olabilir tarzı düşüncelerim vardı."</p>	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
cooktop (width)	<p>"Ocağı şöyle yapmaya karar verdim. Ocak koyacaksam, dedim; ben elimi uzattığım zaman bir sandalyede elimin mesafesi nereye yetiyorsa oraya yetişebilirim. O yüzden de ocak normalde standartta 4 tane –ikişer yanyana- koyarlar ama ben 4 tanesini yanyana koydum ki hepsine daha yakın olsun."</p>	<p>"...aynı.</p> <p>Bir ölçü belirlemedin sanırım?</p> <p>Ocaklar hakkında çok bir fikrim olmadığı için... Sadece şuranın genişliğinin (ocak bulunan tezgahın toplam genişliği) 180 cm olduğunu biliyorsak, şurası (ocaklar için ayrılmış tezgah alanı) 110 cm gibi düşünebiliriz."</p> <p>"110 cm. Kendi evimdeki mutfağı gözümde canlandırarak düşündüm biraz. Zaten ocak boyutu, 4 tanesi yanyana gelse bence 1 m'yi anca bulur gibi. Çünkü zaten kendisi, kendi boşluklarıyla beraber 80 cm – 90 cm gibi duruyor. Yanlış mı bilmiyorum ama... Kendi evimdeki o dörtlü ocağı düşündüm. Sonra onu açarsam dedim, 110 cm yeter gibi geldi."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	<p>"Genişlik (derinlik) olarak kol mesafesi demiştim, hatta şurada bir yere yazmışım: "Kol mesafesi otururken uzanabilecek kadar olmalı" mobilya yüzeyi. ...Onların hepsi 70 cm olacak."</p> <p>"Kendi göz kararımla, sandalyede oturuyorum sonuç olarak çizerken de. Uzandım, 5'er cm'den saymaya başladım. Yaklaşık 55 cm gibi bir şey gördüm. Biraz kendimi öne doğru eğme payı koysam dedim, 70 cm'e ulaşır heralde dedim."</p>	<p>"Burada 60 cm yapmamın sebebi VR'daki mutfaktaki 60 cm'in aslında yeterli olduğu, 70 cm'in biraz fazla gelebileceği idi. Çünkü VR'da uzatıyodum zaten elim duvara kadar yetişiyordu 60 cm'de. Ama 70 cm olsa oraya kadar yetişemezdi."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 17 (continued)

countertop (height)	(No representation, No measurement) "Yükseklik yazamadım, çünkü bir fikrim yoktu." "Onun aslında ayrıntısını kaçırdım biraz. Yüksekliği genel olarak zaten masa mesafesinde (yüksekliğinde) olmasını düşünmüştüm. Çünkü sonuç olarak ben böyle yaşayacağım. O yüzden herşeyin masa mesafesinde (yüksekliğinde) olması daha rahat aslında. Ya da azıcık daha yükseği, hani en azından yetişebilirim mantığıyla."	"Tezgah şeyde (uygulamada) gördüğüm kadarıyla biraz yukarıda kalıyor yemek yemek için. Yemek yerken masa biraz daha aşağıda olmalı. Ama bunlar (tezgahlar) 90 cm mesela. 90 cm şuramda kalıyorken (kendi vücudu üzerinde eliyle bir yükseklik göstererek), 70 cm buramda kalıyor. Ve ben burada (70 cm için gösterdiği yükseklikte) rahat bir şekilde yemek yiyorum. Ama 90 cm'lik tezgah bir sıkıntı çıkartmaz, çünkü tezgahın üzerinde zaten yemek yemeyeceğim. Oraya, bir şeye uzanıp almak için zaten."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (height)	(No representation, No measurement) "Yükseklik yazamadım, çünkü bir fikrim yoktu." "Çünkü sonuç olarak ben böyle (tekerlekli sandalyede) yaşayacağım. O yüzden herşeyin masa mesafesinde (yüksekliğinde) olması daha rahat aslında. Ya da azıcık daha yükseği, hani en azından yetişebilirim mantığıyla."	"Tezgah şeyde (uygulamada) gördüğüm kadarıyla biraz yukarıda kalıyor yemek yemek için. Yemek yerken masa biraz daha aşağıda olmalı. Ama bunlar (tezgahlar) 90 cm mesela. 90 cm şuramda kalıyorken (kendi vücudu üzerinde eliyle bir yükseklik göstererek), 70 cm buramda kalıyor. Ve ben burada (70 cm için gösterdiği yükseklikte) rahat bir şekilde yemek yiyorum." "(Uygulamayı kullanırken) Yemek masasının yüksekliği, öncelikle o aklıma geldi VR'da."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (depth)	"Genişlik olarak kol mesafesi demiştim, hatta şurada bir yere yazmışım: 'Kol mesafesi otururken uzanabilecek kadar olmalı' mobilya yüzeyi. ...Onların hepsi 70 cm olcak." "Kendi göz kararımı, sandalyede oturuyorum sonuç olarak çizerken de. Uzandım, 5'er cm'den saymaya başladım. Yaklaşık 55 cm gibi bir şey gördüm. Biraz kendimi öne doğru eğme payı koysam dedim, 70 cm'e ulaşır heralde dedim."	"Masanın boyutu 60 cm. Çünkü kol mesafem o kadar. Daha ilerisine zaten yemek koyarsam ben ona yetişemem. O yüzden çok büyük yapmaya gerek yoktu." "Burada 60 cm yapmamın sebebi VR'daki mutfaktaki 60 cm'in aslında yeterli olduğu, 70 cm'in biraz fazla gelebileceği idi. Çünkü VR'da uzatıyordum zaten elim duvara kadar yetişiyordu 60 cm'de. Ama 70 cm olsa oraya kadar yetişemezdi."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
window (height from ground)	(No representation, No measurement) "Yükseklik yazamadım, çünkü bir fikrim yoktu."	"...(uygulamada) musluk önündeki cam biraz yukarıda kalıyordu. O yüzden dışarıyı görmesi, aşağı tarafları görmesi bile çok zor. En azından kendini kısıtlanmış hisseder. Onun yerine dolaptan kaynaklı olarak olursa bu olay dedim; dolapla aynı boyda kalıyor şu anda –cam altı duvar 90 cm, bu tezgahların da yüksekliği 90 cm, camla tavan arasını da 60 cm yaptım. Tezgahın hemen hizasından başlıyor cam, ki; sanki tezgah onun görüşünü kapatıyormuş gibi. Hani camın çerçevesi değil de, o kapatırsa biraz daha az rahatsız eder diye düşündüm." "...camdaki yükseklik fikrinin aklıma geldiği an VR'da gördüğüm andı. VR'da onun yüksek olduğunu gördüğümde zaten dedim ki onun biraz aşağıya inmesi lazım." "Pencerenin boyu oradan (uygulamadan) geldi zaten direk. Bir de (uygulamada) göz hizamı gördüm, hani neyi görebilirim neyi göremem, onu görmemi sağladı. O yüzden de zaten tezgahla bir yaptım başlangıcını camın."	Measurement, Visual interact., Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 17 (continued)

window (width)	<p>"(doğu penceresi) Dolaplar 70 cm olduğu için 4 m'den geri kalan." "(güney penceresi; duvardan duvara) Geniş bir cama ihtiyaç duydum. Çünkü günümüzde, ülkemizde mesela, engellilerin çok dışarı çıkma imkanı olmuyor. Ben de dedim ki, evde kalacak büyük ihtimalle çoğu kez ve dış ortamla bağlantısı olmalı. Dış ortamla bağlantısı olmazsa çünkü evde dört duvar arasında bunalıma girer, üzülür. Engelli olarak düşünmek lazım. O yüzden daha geniş camlarla odayı ferah tutmaya çalıştım. Güneye büyük bir cam yerleştirdim ki güneş iyice girsin ve geniş bir alanı olsun. Kendini doğal bir ortamda hissetsin diye."</p>	<p>"Önce ferah bir mutfak istedim. Çünkü VR'da gördüğüm mutfak biraz yoruyordu. Biraz dar. O yüzden de, hani 20 metrekarelik bir yerden bahsediyoruz, çok da büyük bir şey değil. Onun yerine biraz refah sağlamak için cam oranını yine aynı tuttum gibi bir şey." "(güney penceresi)Kenarlardan 100 ve 70 cm (bırakarak: 330 cm)...Şuraya da böyle büyük bir cam koydum, bu da biraz daha şey olsun diye; nasıl olsa tezgah, rafım yok ve odaya biraz daha refah katmalıyım diye, dışarıyla bağlantısı olmalı." "(uygulama) O odanın biraz karanlık olacağını hissetmemi sağladı."</p>	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
distance between window and ceiling	<p>(No measurement) "İlk başta bunları çok düşünmedim."</p>	<p>"...camla tavan arasını da 60 cm yaptım." "Benim bir zamanlar proje yaparken, geçen dönem, cam oranlarıyla alakalı bir şey okumuştum. Genelde 1/3 oranı kullanılıyormuş, bir de boydan cam yapıyorsan 1/5 oranı diye bir şey varmış... Cimmastik salonlarında falan 2/3 oranı mı ne kullanılıyormuş. Bunları okumuştum. Ondan sonra bir hesap yapayım dedim. 450 cm'lik bir duvarda 90 cm'lik bir alt duvar çekeceksem üst tarafta kaç olabilir dedim. 90 + 60 = 150 cm ise 1/3 oranını kullanayım dedim. Cam da 1/3 oranında duvarda dursun ki dış cepheyle beraber tutarlı olsun. O yüzden 1/3 oranını kullanayım diye düşündüm." "İlk başta bunları çok düşünmedim. Mesela o camdaki yükseklik fikrinin aklıma geldiği an VR'da gördüğüm andı. VR'da onun yüksek olduğunu gördüğümde zaten dedim ki onun biraz aşağıya inmesi lazım. Ondan sonra da oranları kendim oturttum."</p>	Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCURAL	
drawer (vertical depth)	<p>"...kesinlikle raf olmamalıydı; onun yerine geniş dolaplar lazımdı. O yüzden buralara da dolapları yerleştirip, tezgahlar..., ocağın altında da dolap olur, musluğun altında da dolap olur, gibi düşüncelerle yaptım."</p>	<p>"...rafları sildiğim zaman, tezgah ve çekmece miktarının daha fazla olması lazım. Hacim sayımı azaltıyorum raf koymayarak ve tezgahdaki çekmece sayısının artması lazım ki eşyalarım sığsın. O yüzden biraz daha uzun bir çekmece koymaya çalıştım yeni çizimde." "Onlara şöyle dedim. Ocaktaki düşüncem 110 cm ise; geniş çekmeceler olur ya böyle dar dar (sığ) önce çatal çekmeceleri olur, sonra tencere çekmeceleri olur geniş geniş (derin); ocaktakileri (ocağın altındaki çekmeceleri) öyle düşündüm. Ama bunlar (ocağın karşısındaki tezgahın altındaki çekmeceler) mesela daha çok iki raftan oluşan, geniş... Mesela bu daha çok tabak için zaten burada yazmışım. Musluğun yanındaki çekmece için şey yazdım; tabakların konulabileceği bir yer olsun dedim. Bunun yan tarafı daha çok bulaşık makinesinin malzemeleri bunun altında durabilirler. Bu taraflar kendi zevkine göre yerleştirebileceği şeyler. Bu da yine geniş (derin) bir çekmece. Bu da yine bunlar gibi dar (sığ) bir çekmece. Onların ölçülerini tam yazmadım. Bu geniş derken, baya boydan boya bir çekmece mi? Evet bulaşık makinesinden şuradaki çekmeceye kadar geniş bir çekmece bu. Bu da tencere çekmecesi gibi büyük geniş bir</p>	Interaction, Observation

Table 17 (continued)

drawer (vertical depth) (cont'd)	NA	çekmece. Bunun boyutunu düşünmedin mi? Bunun boyutunu düşünmedim ama iki tane üst üste olur dedim. Altı üstü iki tane (yüksekliği) 45 cm'lik olur dedim. Geniş olsun, istediği her şeyi koyar."	
ceiling (height)	"(ilk kısımda)Öyle bir düşüncem yoktu."	"...duvar yüksekliklerini de 450 cm yaptım. Biraz yüksek olsun da kendini boğmasın evin içinde diye. Duvar yükseklikleri de 450 cm, burada yazıyor. Engelli biri evde rahat etmeli diye yazdım (çizimdeki notlarını gösterdi)." "(ilk kısımda)Öyle bir düşüncem yoktu. Çünkü VR'da gördüm bunu da. VR'daki duvar 3-2.70 gibi idi. O biraz beni boğdu orada. Sandalyede oturuyorum, ayakta olsam hele yine boğulurdum büyük ihtimalle. Zaten gerçek, bizim evler de mesela öyle genelde standarttır. Ve ben ev içinde durmayı sevmeyen bir insanım. Bir de engelli bir insan için düşününce 450 cm normal geldi. Mesela Bilkent'te stüdyodayken bile -450-550 cm olması lazım stüdyo yüksekliğinin- o bile beni boğabiliyorken, engelli birinin evde kalacağı süre içerisinde 2.80 m'lik bir evin içinde kalırsa bence daha çok boğulur diye düşündüm."	Observation
mini refrigerator (height from ground)	(Not proposed)	"Mini buzdolabının üzerine bir de mini soğutucu koymayı düşündüm; küçük bir şey, mikrodalga gibi. Bu sayede göz hizasında kalır. Göz hizasında kalacağı için de alabilir. Soğutucu olsun ki buzdolabında her şey duramaz sonuç olarak. Bir de hani buzluga atılması gereken şeyler var, onlar da orada durur diye düşündüm." "(uygulamayı kullandıktan sonra) Minibuzdolabı koyarsam, bulaşık makinesi gibi bir yüksekliğe sahip olduğu için -yaklaşık olarak- üstüne göz mesafemde olacağı için soğutucu da koyabileceğim aklıma geldi." "...(uygulamada) göz hizamı gördüm, hani neyi görebilirim neyi göremem, onu görmemi sağladı."	Measurement, Visual Interact., Observation
kitchen floor measurements	"Önce 2 tane oda tipi düşündüm. "Acaba dairesel bir şeyde engelli sandalyesiyle daha mı rahat hareket ederiz, giriş burada olsa, ya da dikdörtgenel bir odada mı daha rahat ederiz" dedim. Sonra standart bir oda olarak düşünerek başladım, dikdörtgenel bir odada. Çünkü dairesel bir odada ölçüleri hesaplamak daha zor şurada ama burada bir ölçü almak daha kolay, şimdilik, elimde olan. Ben de 4 x 5'lik bir oda yaptım, biraz daha karesel olsun diye."	(Not changed)	

Table 18: Analysis of coded verbal reports of Participant-02

P-02	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
door (width)	- idea of a standard measurement - wheelchair size and body size	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between door and counter	- wheelchair size	(Design is altered upon same consideration)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
cooktop (width)	- wheelchair size and body size - idea of a standard measurement - activity/movement involved in a use case	(Not changed) (Additionally: - idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (height)	(This length is not graphically represented. Measurement is not decided.) (correlating scale/measurement with another volume) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (height)	(This length is not graphically represented. Measurement is not decided.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 18 (continued)

window (height from ground)	(This length is not graphically represented.) (Measurement is not decided.) - no idea	- limited/aligned with relevant volume - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Visual interact., Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
window (width)	- limited/aligned with irrelevant volume - intrinsic function of the object	- limited/aligned with irrelevant volume - intrinsic function of the object	Observation
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
distance between window and ceiling	(Measurement is not decided.) - ignoring/neglecting	- idea of a standard/ideal ratio of measurement	Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCUTURAL	
drawer (vertical depth)	(Not enough information)	- intrinsic function of the object	Interaction, Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
ceiling (height)	- ignoring/neglecting	- idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life) - recalling an example from daily life - subjective feeling of spaciousness - wheelchair size and body size	Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
mini refrigerator (height from ground)	(Not proposed)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Visual interact., Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
kitchen floor measurements	- improvising	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 19: Analysis of verbal reports of Participant-03

P-03	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (depth)	<p>"Düşündüm 70 cm tezgah için yeterli mi? Yeter yani."</p> <p>"Şu uzunluk (odanın kısa duvarı) 4 m olacağı için, mümkün olduğunca az yer ayırmaya çalıştım tezgah (derinliği) için falan. Hani 60 cm çok küçük olurdu."</p> <p>"Tekerlekli sandalye olacağı için buralardan da rahatça geçebileceği için; minimumda ama en efektif şekilde kullanabileceği bir ölçü vermeye çalıştım kafamdan."</p> <p>"[Birincisini yaparken, bu derinliği tekerlekli sandalyeli buraya erişebilir mi erişemez mi diye düşünmüş müydün?]"</p> <p>Hayır düşünmedim."</p>	<p>"60cm'ye de şöyle karar verdim: VR'da üstteki raflar biraz zor geldi erişilebilmesi ve kapaklıydı. Ben üstteki raflarımı bu sefer kapaksız yaptım ve onları tezgahdan biraz daha önde tutmak istedim. O yüzden üst raflarımın deriniğine 70 cm olarak karar verdim. ... 60 cm dedim. Çünkü, yeterli geldi bana. Derine gitmektense, tekerlekli sandalyedeki birinin uzağa doğru erişebilmesindense yana doğru devam etmesi daha kolay olur diye düşündüm. Yanyana tezgahlar dizdim, daha uzun bir tezgah yaptım. Daha kolay kullanabilir diye düşündüm."</p> <p>"VR'dayken (rafların) yüksekliği elimi atsam ulaşabileceğim şekildeydi. Ama belki biraz önde olsa, kapaksız olsa daha kolay olur diye düşündüğüm için onu öyle yaptım."</p> <p>"Ama ulaşılabilirlik olarak mesela derinliklerini falan burada 70 cm olarak belirlemişim hani. Buna biraz sadık kaldım aslında. 70 cm'i burada 60'a indirdim yeni çizimimde. Çünkü üstteki rafları bu sefer 70 cm yapmaya karar verdiğim için. Ama 60 cm olan tezgahlar da bana yeterli geldi. Nasıl olsa bir sürü yanyana tezgah var. Rahatça bir sürü kullanım alanı var diye çok derine gitmesine gerek yok diye düşündüm. Bu sefer 60 cm verdim."</p>	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	<p>(No representation)</p> <p>(No measurement)</p> <p>"(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."</p>	<p>"VR'da da 90 cm idi. Çok erişilebilir geldiği için 90 cm aldım yüksekliğini."</p> <p>"...çok rahat erişilebiliyordu, o yüzden 90 cm aldım."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
countertop (width)	<p>(Given measurement: 70 cm x 4 units)</p> <p>"Derin dondurucuyu ve buzdolabını yanyana ekledim, ikisi de ulaşılabilir ve yanyana olsun diye. Ondan sonra dümdüz devam ettim ocağı tezgahları falan ekleyerek. Çok detaylı düşünmedim ama, <i>rotational</i> bir şey olursa belki daha rahat olur diye düşündüm. Onu vermeye çalıştım, çok detaylı yapmadım ama. Ulaşım kolaylığı olsun diye her şeyi yanyana dizmeye çalıştım. Beli bir sırası olursa, mesela; buzdolabından sonra ocağı koydum ki buzdolabından bir şey alıp ocağa koyup oradan tezgaha geçebilir diye onları yan yana koydum."</p> <p>"Dolabı da kapıya yakın bir yere koydum ki buradan bir şeyler almak istediğinde, belki hazır bir şey yapacaksa (diye) bunun yanına tezgahı koydum. Dolaptan bir şey alıp direk tezgaha geçip oradan da buraya gelebilir diye. Çok da detaylı düşünmedim açıkçası pek."</p> <p>"(mutfak boyutları için:) 20 metrekare deyince direk 5 x 4 diye düşündüm. ... 5 m olan yer doğal olarak içinde daha fazla şey barındıran yer olması gerekiyor diye düşündüm."</p>	<p>"Bulaşık makinesinin genişliğini VR'dan aldıktan sonra ocak ve buzdolabına da buna göre karar verdim. Tezgahları da 5 m'yi dolduracak şekilde üçünü de 80 cm aldım (genişliğini)."</p> <p>"...80 cm yeterli geldi. Zaten yan yana dizdikleri için totalde 240 cm yeterli geldiği için 80 cm aldım."</p> <p>"Derine gitmektense, tekerlekli sandalyedeki birinin uzağa doğru erişebilmesindense yana doğru devam etmesi daha kolay olur diye düşündüm. Yanyana tezgahlar dizdim, daha uzun bir tezgah yaptım. Daha kolay kullanabilir diye düşündüm."</p>	Measurement, Observation

Table 19 (continued)

countertop (width) (cont'd)	"Mümkün olduğunca şey yapmaya çalıştım: ölçüleri minimumda ama en efektif şekilde kullanabileceği şekilde tutmaya çalıştım. 70 cm her şey için ideal geldi. Genişliğine de uzunluğuna (derinliğine) da 70 cm verdim."		
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
wall shelf (depth)	(No representation) (No measurement) "(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."	"Ben üstteki raflarımı bu sefer kapaksız yaptım ve onları tezgahın biraz daha önde tutmak istedim. O yüzden üst raflarımın derinliğine 70 cm olarak karar verdim." "VR'dayken yüksekliği elimi atsam ulaşabileceğim şekildedeydi. Ama belki biraz önde olsa, kapaksız olsa daha kolay olur diye düşündüğüm için onu öyle yaptım." "[Kapağa ulaşamadın mı VR'da?] Evet." "Bir de üstteki rafları ulaşılabilir olması açısından birazcık daha öne çektim ve kapaklı olmamasına dikkat ettim. Çünkü oradayken kapağını açmak belki zor olur gibime geldiği için bunu değiştirdim."	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
distance between wall shelves and countertop	(No representation) (No measurement) "(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."	"Onu da VR'dan aldım direk." "VR'dayken yüksekliği elimi atsam ulaşabileceğim şekildedeydi. Ama belki biraz önde olsa, kapaksız olsa daha kolay olur diye düşündüğüm için onu öyle yaptım. Ama arasındaki mesafe 60 cm bana ideal geldi."	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
deepfreeze (width)	(Given measurement: 100 cm) "...pek fazla düşünmedim açıkçası."	(Not proposed)	
	PRESTRUCTURAL	NA	
fridge (width)	(Given measurement: 70 cm) "...pek fazla düşünmedim açıkçası."	(Given measurement: 70 cm) "Bulaşık makinesinin genişliğini VR'dan aldıktan sonra ocak ve buzdolabına da buna göre karar verdim."	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
oven (width)	(Given measurement: 100 cm) "...pek fazla düşünmedim açıkçası."	(Given measurement: 70 cm) "Bulaşık makinesinin genişliğini VR'dan aldıktan sonra ocak ve buzdolabına da buna göre karar verdim."	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
dishwasher (width)	(Not proposed)	(Given measurement: 60 cm) "Bulaşık makinesinin genişliğini VR'dan aldıktan sonra ocak ve buzdolabına da buna göre karar verdim."	Measurement, Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
window (width)	"Onu düşünmemiştim."	"1 m'yi de kafamdan verdim."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
window (height)	"(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."	"1.5 m'yi kendi kafamdan verdim, onu bir şeye göre yapmadım."	
	NA	PRESTRUCTURAL	

Table 19 (continued)

window (height from ground)	(No representation) (No measurement) "(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."	"Tezgahların yüksekliğinden referans aldım, genel bir şey olsun diye. Tezgahların yüksekliği de 90 cm olduğu için, yerden pencereyi de 90 cm olarak aldım. Aynı zamanda tezgahlara rahat ulaşılabilirdi için, pencerenin önüne tekerlekli sandalyeli biri geçtiğinde de dışarıyı rahat bir şekilde görebilir diye düşündüğüm için 90 cm aldım."	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
store cupboard (width)	(Given measurement: 170 cm)	"Dolaba da 1 m dedim, hani bu da yeterli olacağı için."	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
store cupboard (depth)	(Given measurement: 70 cm) "... 70 cm her şey için ideal geldi."	"Dolabın derinliğini 90 cm aldım." "90 cm'e de yine rahat bir şekilde ulaşılabilir diye düşündüm, onu da bir şeye göre almadım. İçine rahat ulaşılabilir ve bir şeyler rahat bir şekilde sığar diye düşündüğüm için öyle aldım." "...VR'da böyle bir şey denemedim. 90cm' ulaşır diye düşündüm bir şekilde."	
	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
store cupboard (height)	(No representation) (No measurement) "(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."	"Yüksekliğini 2.5 m aldım, onu kendi kafama göre yaptım. Dolabı bölmelendirdim, beşe böldüm. Her birine 50 cm dedim. Çünkü bu da erişilebilir ve kolay geldi bana." "50 cm de; mümkün olduğunca fazla bölme olsun ama çok da yukarı çıkmasın diye 50 cm olarak aldım."	
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
distance between window(A) and store cupboard	(Not applicable for this design)	"Aradaki mesafe de buranın totali 4 m olacağı için 1.4 m kaldı."	
	NA	PRESTRUCUTURAL	
dinning table (height)	(No representation) (No measurement) "(yükseklikleri) vermedim. Plan olarak çizdim. ... Biraz zaman yetmedi..."	"VR'da tezgahlar 90 cm olarak verilmişti, onlar da bana rahat geldi ulaşılabilirliği. Masayı da belki bir 5 cm daha aşağıya çeksem rahat bir şekilde yemek yenir diye düşündüğüm için ona da kafamdan 85 cm dedim."	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
dist. between store cupboard and dinning table	(Not applicable for this design)	"Masanın tam arkasına bir tane daha pencere koydum. ..dolabın derinliğine 90 cm dedikten sonra dolap ve masa arasında belli bir mesafe bırakmak istedim ki kolay bir şekilde alıp işlerini rahat halleder diye. O yüzden dolabın olduğu duvardan pencereye kadar olan kısma 2 m dedim."	Experience of navigating on wheelchair
	NA	MULTISTRUCUTURAL	

Table 19 (continued)

distance between door line and window(B)	<i>(Not applicable for this design)</i>	"Kapıdan pencereye (kadar) olan kısma da 1 m kaldı. Bu 1 m'yi de belki daha uzun tutabilirdim, çünkü kapıdan girince direk masa olsun istedim ama yine de kafamda yeterli geldiği için oraya da 1 m dedim."	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
kitchen floor measurements	"20 metrekare deyince direk 5 x 4 diye düşündüm." "5 m olan yer doğal olarak içinde daha fazla şey barındıran yer olması gerekiyor diye düşündüm. 4 m'ye de şey verdim; pencere, belki şuraya bir çiçek, hani daha kullanılmayan ama odanın bir parçası olan şeyleri..."	<i>(Not changed)</i>	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	

Table 20: Analysis of coded verbal reports of Participnat-03

P-03	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (depth)	- intrinsic function of the object - limited/aligned with circulation area	(In addition to the prior session:) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
countertop (width)	- intrinsic function of the object - activity/movement involved in a use case	- intrinsic function of the object - activity/movement involved in a use case	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
wall shelf (depth)	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
distance between wall shelves and countertop	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
deepfreeze (width)	- improvising	(Not proposed)	
	PRESTRUCTURAL	NA	
fridge (width)	- improvising	- correlating scale/measurement with another volume	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
oven (width)	- improvising	- correlating scale/measurement with another volume	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 20 (continued)

dishwasher (width)	(Not proposed)	- directly copying new information (of measurement) from VLE (and idea of a standard measurement)	Measurement, Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
window (width)	- ignoring/neglecting	- improvising	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
window (height)	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- improvising	
	NA	PRESTRUCTURAL	
window (height from ground)	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- correlating scale/measurement with another volume - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
store cupboard (width)	(Not enough information)	- intrinsic function of the object	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
store cupboard (depth)	- intrinsic function of the object	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	
	UNISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
store cupboard (height)	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
distance between window(A) and store cupboard	(Not applicable for this design)	- limited/aligned with irrelevant volume	
	NA	PRESTRUCTURAL	
dinning table (height)	(No representation) (No measurement) (Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	

Table 20 (continued)

dist. between store cupboard and dining table	(Not applicable for this design)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Experience of navigating on wheelchair
	NA	MULTISTRUCTURAL	
distance between door line and window(B)	(Not applicable for this design)	- wheelchair size	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- spatial organization	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 21: Analysis of verbal reports of Participant-04

P-04	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
door (width)	"...bildiğim bir şey değildi. Normal kapı genişliğini tam olarak hatırlamıyorum ama 80-90 cm, o tarz bir şeydi, 100'den az olduğunu biliyordum en azından. Ben de, sonuçta tekerlekli sandalye daha geniş diye kafadan 100 cm gibi bir şey verdim. ...Yani normalden biraz daha geniş olmasını istedim. Normalini de tam olarak bilmiyorum ama 100 cm'den az olduğunu tahmin ediyordum."	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between door and counter	"Bu kapı genişliğinden rahatça geçebiliyorsam, bu arayı da kapı genişliğinde yapabilirim diye düşündüm ve öyle yaptım."	"...(kısa tezgahın genişliğini) kısalttım, (tezgah ve kapı arasındaki) bu genişliği artırmaya çalıştım. Bu aralığı daha da artırmaya çalıştım. Oraya girişte bu alanı biraz daha rahat ettirebilmek için."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (height)	(Given measurement: 50 cm) "'Basic design' dersinde, masa yüksekliğinin 70-80 cm olduğunu, o tarz şeyleri gördük, biraz okuduk. Ona göre normalden biraz daha düşük olursa; hani hep bir şey pozisyonunda düşünüyorum, karşıya bakarak normalden biraz daha düşük olsa daha rahat çalışırım. Tekerlekli sandalyedeyim, öne uzanmam lazım. Normal yükseklikte olsa şey yapamam. Oturur pozisyonda öne uzandığım için, biraz daha düşük olsa daha rahat olur diye düşündüm. O yüzden öne uzandığım için daha düşük bir şey verdim, daha rahat çalışabilmek için. ...Kendi bulunduğum durumu düşünerek, bir de hareketi düşünerek, öne uzanmam gerektiğini düşünerek."	(Given measurement: 80 cm) "Bunun dışında yükseklikleri yükselttim biraz. Çünkü daha kullanılabilir olduğunu farkettim oraya (uygulamadaki mutfağa) girdiğimde, aslında daha yükseği de kullanabiliyordum. Dolayısıyla burası da yükseldi." "Oradaki (VR) mutfaktan sonra, yan olarak durduğumda falan -90 cm mi demiştiniz yüksekliğine?- 90 cm rahat bir şeydi ama aklımda soru işaretleri vardı. Tam olarak rahat mı diye düşündüm, çünkü 90 cm normal, engeli olmayan insanlar için yapılmış bir şey ve genellikle ayakta kullanılan bir şey. Ama yan durduğumda kullanabilirim gibi duruyordu. Ama her engelli insanın boyu aynı değil, oturuş şekli aynı değil, duruş bozuklukları, falanlar filanlar... O yüzden ben 10 cm'lik bir kısaltma yaptım, daha rahat en azından daha kesin olsun diye. Öyle 10 cm'lik bir kısaltma yaptım oradaki tezgahtan." "(VR) Daha yüksek tezgahta rahat edebildiğimi gördüm. Hatta 50 cm'lik bir şeyde sıkıntı çekeceğimi gördüm. Sonuçta insan eğilirken bir nebze ayaklarından destek alır. Ayaklarımı kullanamıyorum, ama 40 cm'e eğilmem lazım. Çok dengesiz şeyler olabilir, düşmeye kadar gidebilir diye düşündüm bu durum."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
short part of L-shaped counter (width)	"Bu kapı genişliğinden rahatça geçebiliyorsam, bu arayı da kapı genişliğinde yapabilirim diye düşündüm ve öyle yaptım. Tezgaha da 250 cm gibi bir genişlik kaldı. Yani biraz tahmini." "Bir de yan olarak yemek yenebileceğini düşündüm, hani yan olarak yiyebilirsin, masayı kullanabilirsin en azından yemek yerken. Ama yan olarak çalışmanın ne kadar rahat olabileceği konusunda aklımda soru işaretleri vardı. Burada çizemedim hatta birinci çizimde, belirtmedim. Ama birinci çizimin evyesinin altını boşluk olarak düşünmüştüm, girip çalışabileceğim bir alan olarak."	"Bir de yan olarak yemek yenebileceğini düşündüm, hani yan olarak yiyebilirsin, masayı kullanabilirsin en azından yemek yerken. Ama yan olarak çalışmanın ne kadar rahat olabileceği konusunda aklımda soru işaretleri vardı. Burada çizemedim hatta birinci çizimde, belirtmedim. Ama birinci çizimin evyesinin altını boşluk olarak düşünmüştüm, girip çalışabileceğim bir alan olarak. Oraya (uygulamaya) girdiğimde bir de yan olarak çalışmanın ne kadar rahat olabileceğini, kolay olabileceğini farkettim. O da bir artıydı. O yüzden burada (2. çizimde) burayı (tezgah uzunluğu) kısalttım, çünkü evyenin altını"	Interaction, Observation

Table 21 (continued)

short part of L-shaped counter (width) (cont'd)		kullanabiliyorum (depo olarak). O yüzden aslında buradakiyle (arasında) pek bir şey değişmedi. Birinci çizimde evyenin altında boşluk var. Birinci çizimde zaten burada 2 kısım var. Ama burada (2. çizim) buranın (evye) altını dolu olarak düşündüm, çünkü yan olarak ben çalışabiliyorum, yan olarak daha rahat bulaşık yıkayabilirim ya da evyeyi kullanabilirim. O yüzden benim buradaki boşluğa ihtiyacım kalmadı. O depolama alanını buraya aldım, burayı da açtım, genişlettim."	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
long part of L-shaped counter (width)	"...tezgahı boydan boya yaptım; dediğim gibi üst kısım yok, birincisi. İkincisi; burada bir açıklık bırakmak istediğimde burası zaten 50 cm, bu açıklığı baya bi genişletmem lazım oranın da kullanılabilir bir alan olması için. O zaman da depolama alanı oldukça küçülecekti. O yüzden boydan boya yapmayı seçtim."	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	"Aynı o da 50 cm. Ortalama, aklımda, bir dolabı açtığımızda ne kadar kullanabiliriz; bir de hani hareketlerimiz de kısıtlı, çökemiyoruz şey yapamıyoruz; aşağı yukarı ne kadar kullanabilirim diye düşündüm. O yüzden 50 cm gibi, kafadan 50 cm'lik cetvelden düşünerek, kullanılabilir bir alan olur diye düşündüm."	"(değişiklik) Yok. 60 cm dedim gerçi ama 50-60 benim kafamda tam 60 olması gerekiyor veya tam 50 olması gerekiyor gibi bir şey değil. Burada özellikle depolama için söylediğimden 10 cm'in çok bir şey değiştireceğini düşünmüyorum. Benim için burası 50-60 cm aralığı, değişmesinde özel bir sebep yok. Biraz da yüksekliği 60 bari küp olsun, öyle bir takıntım var da."	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
window handle (height)	"Pencere önünü boş bırakmak istedim, çünkü açıp kapatabileceğimiz zaman da bir tezgahın üzerinden, 50-60 cm bir şeyin üzerinden uzanmanın zor olacağını düşündüm. O yüzden daha rahat bir yere, daha boş bir alana koydum." "Yani aslında bizim evde de açma kapama yerleri daha altta, ortada değil de alt kısımda;... O yüzden ben de öyle bir pencere koyabilirim diye düşündüm, üretilebilir bir şey diye."	"Pencereye ulaşabilir miyim, pencereyi açabilir miyim, kapatabilir miyim? Zaten orada (VR) sanırım yukarıya çekmeli bir pencere vardı. Çok zor kullanılacak bir şey. Zaten tezgahın arkasında. Bir ona baktım, ulaşabiliyor muyum diye baktım, açabiliyor muyum diye baktım. Doğru karar verdim mi diye. ...Pencerede sanırım doğru bir karar vermiştim, çünkü pencereye ulaştık da yukarıya kaldırmak zor."	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
window (height from ground)	"(Tezgah ile) aynı hizada olsun diye. Yani zaten 50 cm'i kullanılabilir bir yükseklik olarak belirlediğim için, camın da rahatça kullanılabilir olmasını istediğim için..." "Şeyi falan düşündüm; yemek yerken çekmeceyi bu tarafa vereyim, dışarıyı görebileyim aynı zamanda. Hani benim dışarıyı da seyredebilmem için o camın aşağıda olması lazım."	"yükseltmedim onu, görüş açısını değiştirmemesi için." "Pencereye ulaşabilir miyim, pencereyi açabilir miyim, kapatabilir miyim? Zaten orada (VR) sanırım yukarıya çekmeli bir pencere vardı. Çok zor kullanılacak bir şey. Zaten tezgahın arkasında. Bir ona baktım, ulaşabiliyor muyum diye baktım, açabiliyor muyum diye baktım. Doğru karar verdim mi diye. ...Pencerede sanırım doğru bir karar vermiştim, çünkü pencereye ulaştık da yukarıya kaldırmak zor."	Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
wall shelf (height from ground)	"...üst kısmı (üst raf ve dolap üniteleri) çizmedim, ulaşamayız diye."	"Eklediğim şey sadece yükseklik ve şuraya bir raf. Çünkü o rafın ulaşılabilir olduğunu farkettim, Orayı (uygulamadaki mutfağı) gezdikten sonra. Ama üst rafın ikinci kısmına ulaşamıyor. O yüzden onu yapmama gerek yok diye düşündüm. Sadece bu üst rafı yaptım." "...mutfak dolabının üst kısmında yanlış bir karar verdiğimi farkettim. Çünkü mutfak dolabının üst kısmının bir kısmına ulaşabiliyordum. Oradaki hatamı anladım, onu"	Interaction, Observation

Table 21 (continued)

wall shelf (height from ground) (cont'd)		farkettim." "Rafın yüksekliği konusunda emin değilim, onu bilmediğim için. Ama orada (uygulamadaki mutfakta) üst rafa ulaşabildiğim için ve buradan da (tezgahın yüksekliğinden) 10 – 20 cm kısaltıldığı için, uygun ölçünün 10-20 cm altında diye düşündüm kendi kafamda. Rafın yerden yüksekliği için diyorum. Normal yüksekliğin, oradaki (VR) yüksekliğin 10-20 cm altında... Tam uygunluğunu kestiremiyorum ama deneyimlenerek görülebilir diye düşünüyorum." "...erişebiliyor muyum diye denedim ve dediğim gibi biraz daha altta olursa ben derinliğine de erişirim diye düşündüm. O yüzden biraz altta düşündüm."	
	NA	MULTISTRUCTURAL	
wall shelf (width)	"...üst kısmı (üst raf ve dolap üniteleri) çizmedim, ulaşamayız diye."	"Rafın genişliği zaten şu genişlik (tezgahın iç köşe başlangıcından duvara kadar gidiyor). Zaten buraya ulaşamayacağımı düşündüğüm için köşeye yapmadım."	
	NA	MULTISTRUCTURAL	
wall shelf (height)	"...üst kısmı (üst raf ve dolap üniteleri) çizmedim, ulaşamayız diye."	"Eklediğim şey sadece yükseklik ve şuraya bir raf. Çünkü o rafın ulaşılabilir olduğunu farkettim. Orayı (uygulamadaki mutfığı) gezdikten sonra. Ama üst rafın ikinci kısmına ulaşamıyorum. O yüzden onu yapmama gerek yok diye düşündüm. Sadece bu üst rafı yaptım." "Zaten o yüksekliklerin normal bardak tabak ya da depolanan şey için yapıldığını düşünüyorum, ona göre. O yüzden rafın yüksekliğiyle oynamanın gereği yok diye düşündüm. Uygulamadakinin aynısını yaparım diye düşündüm. Hani ikiye (iki rafa) ayrılıyor ya onun sadece alt kısmını yaparım diye düşündüm. Zaten genişletmedim yukarıya doğru, sadece alt kısmını yaptım."	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
table (height)	"...üst rafların ulaşılabilir olduğu ve depolama da yarı yarıya düştüğü için, mutfığa koydunuz masanın aynı zamanda kullanılabilir bir dolap gibi ya da alt tarafını depolamak için kullanabileceğimiz bir şey olmasını istedim. Bunun için böyle bir şey koydum, üstünde daha rahat yemek yiyebileceğimiz ve aynı zamanda bir şey için kullanabileceğimiz. Ama yükseklikleri belirlerken, 50 cm'e 40 cm gibi neredeyse yarıyarıya bir düşüş yaptım. Çünkü oturur pozisyondayız her zaman tekerlekli sandalyedeyiz ve çalışmanın çok zor olacağını düşündüm." "Onun yüksekliğini biraz daha küçük yaptım, 40 yazdım. Hani tezgah biraz daha yüksek olur, sonuçta çalıştığımız alan. Yemek yediğimizde daha hakim oluruz masaya... Sonuçta bir masa koymam gerekir diye düşündüm. Aynı zamanda da depolama alanım küçük diye düşündüm. İkisini aynı anda yapabilmem lazım o yüzden. Böyle bir şeye gittim."	"Bunun dışında yükseklikleri yükselttim biraz. Çünkü daha kullanılabilir olduğunu farkettim oraya (uygulamadaki mutfığa) girdiğimde, aslında daha yüksek de kullanabiliyordu. Dolayısıyla burası da yükseldi." "(VR) Daha yüksek tezgahta rahat edebildiğimi gördüm. Hatta 50 cm'lik bir şeyde sıkıntı çekeceğimi gördüm. Sonuçta insan eğilirken bir nebze ayaklarından destek alır. Ayaklarımı kullanamıyorum, ama 40 cm'e eğilmem lazım. Çok dengesiz şeyler olabilir, düşmeye kadar gidebilir diye düşündüm bu durum."	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	

Table 21 (continued)

table (depth)	<p>"...üst rafların ulaşılabilir olduğu ve depolama da yarı yarıya düştüğü için, mutfığa koyduğumuz masanın aynı zamanda kullanılabilir bir dolap gibi ya da alt tarafını depolamak için kullanabileceğimiz bir şey olmasını istedim. Bunun için böyle bir şey koydum, üstünde daha rahat yemek yiyebileceğimiz ve aynı zamanda bir şey için kullanabileceğimiz."</p> <p>"Genelde açıklıklara göre yaptığım için bu açıklığı düşündüm ilk önce. Bu açıklıktan sonra bunun da aşağı yukarı çok geniş olursa –sonuçta bunu depo olarak kullanıyoruz ya aynı zamanda- burayı (derinliği) genişlettikçe benim kullanmadığım depo alanı artacak. O yüzden gereksiz bir şey olacak diye düşündüm. Genişletirsem kullanamayacağım alan artacak. Gereksiz bir alan oluşacak orada diye düşündüm. O yüzden düşük tuttum, 50 cm gibi."</p> <p>"Peki yemek yerken nasıl olacak? Yan durarak mı? Aynen."</p>	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
table (width)	<p>"...muhtemelen 50 cm gibi düşünmüşümdür."</p> <p>"...üst rafların ulaşılabilir olduğu ve depolama da yarı yarıya düştüğü için, mutfığa koydunuz masanın aynı zamanda kullanılabilir bir dolap gibi ya da alt tarafını depolamak için kullanabileceğimiz bir şey olmasını istedim. Bunun için böyle bir şey koydum, üstünde daha rahat yemek yiyebileceğimiz ve aynı zamanda bir şey için kullanabileceğimiz."</p> <p>"...genişliği de kapiya göre ayarlanınca, ..."</p>	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
distance between table and door	<p>"(ölçüsü) Belli değil, ama buranın çok bir genişliği yok."</p> <p>"Şöyle düşündüm. Bunu (masayı) konumlandırırken bu açıklığa (masa tezgah arası 100 cm) göre konumlandırıyorum için, bunu ne kadar çeksem bu açıklık küçülecekti. O yüzden bunu en köşeye koydum. Ondan sonra bu alan belirdi zaten."</p>	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	<p>"İlk önce 4 m x 5 m'yi belirledim. Zamanımız olmadığı için kareye en yakın şeye ulaşmaya çalıştım. Çünkü kendi eksenimiz etrafında rahatça dönemediğimiz için daha geniş bir alana sahip olmam lazım. Bir tarafı daralttığım anda dönüşüm zorlaşacak. Dönüşüm zorlaşacağı için ilk önce kare formuna en yakın değerleri vermeye çalıştım. Tam sayı olsun diye de 5 x 4 verdim 20 metrekare için. Sonra girişi belirledim. Sonra mutfak dolabı ve bir masa düşünüyordum zaten aklımda. Bunların ikisini nasıl konumlandırırsam pencereyi açığa çıkartırım diye düşündüm, hani önu açık bir alan yakalarım diye düşündüm. Sonra böyle bir forma ulaştım."</p>	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 22: Analysis of coded verbal reports of Participant-04

P-04	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
door (width)	- idea of a standard measurement - wheelchair size	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between door and counter	- wheelchair size	- wheelchair size	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (height)	- idea of a standard measurement - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- idea of a standard measurement - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case --- Issued body activity and/or use case are comprehended more. Newly explored limits and/or degree of freedom in a different direction, and related requirements are considered in order to revise the decision.	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
short part of L-shaped counter (width)	- limited/aligned with circulation area - activity/movement involved in a use case	- activity/movement involved in a use case - limited/aligned with circulation area	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
long part of L-shaped counter (width)	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed. In addition to the previous session:) - correlating scale/measurement within the object	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
window handle (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - recalling an example from daily life	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.)	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
window (height from ground)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.)	Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	

Table 22 (continued)

wall shelf (height from ground)	(Not designed. It is based on the concerns below.) (- idea of standard use case or a spatial organisation) (- wheelchair size and body size) (- activity/movement involved in a use case)	- idea of standard use case or a spatial organisation - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
wall shelf (width)	(Not designed.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
wall shelf (height)	(Not designed.)	- idea of standard use case or a spatial organisation - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - idea of a standard measurement - intrinsic function of the object	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
table (height)	(An additional function is assigned but it is not integrated into the decision) - idea of a standard measurement - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case --- Issued body activity and/or use case are comprehended more. Newly explored limits and/or degree of freedom in a different direction, and related requirements are considered in order to revise the decision.	Interaction, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	RELATIONAL	
table (depth)	- limited/aligned with circulation area (An additional function is assigned and it is integrated into the decision) - intrinsic function of the object	(Not changed)	
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
table (width)	(An additional function is assigned but it is not integrated into the decision) - limited/aligned with circulation area	(Not changed)	
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
distance between table and door	- limited/aligned with irrelevant volume	(Not changed)	
	PRESTRUCUTURAL	PRESTRUCUTURAL	
kitchen floor measurements	- wheelchair size - activity/movement involved in a use case - spatial organization	(Not changed)	
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	

Table 23: Analysis of verbal reports of Participant-05

P-05	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utility
door (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "Bunun ölçüsünü açıkçası bilmiyorum, 1 m veya 120 cm falan diye düşündüm."	"...kapıların uzunluğu ve genişliği hakkında fikrim yoktu. Onu öğrenmeyi önceden belirlemiştim." " <i>(rampa genişliği ile ilgili:)</i> Normal bir insan hatırladığım kadarıyla, çok emin değilim bir sandalyeye oturduğu zaman 50 cm genişliğinde bir yer kaplar diye hatırlıyorum. Fakat bu tekerlekli sandalye olduğu zaman tekerlekli sandalyenin tekerleği falan şu rampadan çıkmaması gerekiyor. Yani insan devrilir yoksa. Dolayısıyla bunu bir 30 cm artırarak 80 cm yapmanın uygun olacağını düşündüm. Kenarlardan 15 veya 10 cm'lik boşluklar var." "Not almıştım (80 cm). E madem rampa da 80 cm ise, ki yeterli bir aralıksa, o zaman kapıda 80 cm yeterlidir diye düşündüm."	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (height)	"120 cm kapının yüksekliği olabilirdi." "Engelli için... Haa 120 cm çok az. Onu hiç düşünmemiştim, şimdi aklıma geldi. O zaman yüksekliği 120 cm olabilir diye düşündüm kapının. Ama öyle bir şey olamazmış yani."	"...kapıların uzunluğu ve genişliği hakkında fikrim yoktu. Onu öğrenmeyi önceden belirlemiştim." "Not almıştım (195 cm). Yüksekliği de 195, tavana kadar bir kapı."	Measurement, Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
sink (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "Mesela lavabonun genişliği hakkında bir fikrim yoktu burada (birinci kısımda) onları öğrendim."	"Mesela lavabonun genişliği hakkında bir fikrim yoktu burada (birinci kısımda) onları öğrendim." "Lavabonun ölçüsü 80x40. Sizin bana (... <i>sanal uygulamada...</i>) verdiğiniz ölçüyü kullandım aynen."	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (height)	<i>(No representation)</i> <i>(No measurement)</i> "O zaman 100 cm düşünmüştüm ama emin olmadığım için çok fazla, yazmadım buraya da." "Normal bir lavabo tezgahı yüksekliği düşünmüştüm."	"Burada (VR) lavabonun yüksekliğine 90 cm vermişsiniz 3 boyutlu ortamda. Fakat gözlemediğim kadarıyla lavabo benim neredeyse omuzuma falan geliyordu orada. Elimi lavabonun içine daldırmam gerek, bulaşık yıkarken elim lavabonun içine dalacak. Ancak öyle bir zorlukla karşılaşıyorum. Bunu 15 cm kadar bir küçültme payıyla indirebilirm diye düşündüm...Deneyimleyerek çıkardığım bir sonuç. Elimi uzattım, baktım. Tezgahı bir yokladım. Gerçekten de engelli biri için yüksek bir tezgahı orası. Sadece 15 cm kısaltarak 75 cm'in yeterli olacağını düşündüm." "...ben her zaman engelli bir insan normal bir tezgaha yetişebilir diye düşünüyordum. Ama orada deneyimlediğime göre...o tezgah biraz fazla yüksek kaçıyor."	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	<i>(Represented without measurement)</i> "Bilmiyorum, o yüzden yazmadım. Yine 120 cm falandır diye düşündüm, ama yazmadım."	"Şurayı (tezgah ile masa arası) mümkün olduğunca kapatmamam gerekiyor. Çünkü dediğim gibi geçişlerin daha rahat olması gerekiyor. Burada bana verdiğiniz lavabo örneği de 40 cm'lik bir lavaboydu. Demek ki yeterli oluyormuş. Fakat ben bunu, lavabodan gelen su aşağıya akmasını taşmasını diye 60 cm'ye çıkardım ki hem engelli arkadaşımız rahat eder, hem de lavabonun suyu yere doğru akmaz, tezgahta kalır. 60 cm yeterli olur diye düşündüm. İki taraftan da 10 cm pay bıraktım." "(VR) Tezgahın kendi derinliği 60 cm imiş. Daha	Measurement, Interaction, Observation

Table 23 (continued)

countertop (depth) (cont'd)		sonra baktığımda lavabo 40 derinliğinde. Yani bunu değiştirmenin çok bir mantığı yok. Sonuçta ne kadar derin olursa kullanımı da o kadar zorlaşıyor. Yani biz belimizle beraber şuraya ulaşabiliyoruz, ama engelli bir birey anca kolunu uzatabilir."	
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCURAL	
countertop (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "...giriş çıkış kolay olsun diye (...genişliğini...) daha fazla uzatmadım. 1.5 m'lik bir alandan tekerlekli sandalye rahatlıkla geçebilir. Burada bitirdim yani." "Ölçüyü yazmadım. Sadece mesela şurada; lavaboda eliyle bulaşıkları yıkadı, daha sonra bulaşıkları buraya dizebilir şu boşluğa (tezgaha). Burada kurumasını bekleyebilir. Şurada yemek yapabilir, şurada (ocakta) da hemen yemeğini pişirebilir diye düşündüm. Ama aradaki mesafeyi bilmiyorum, ne kadar boşluk olması gerektiği hakkında fikrim yok."	"Tezgahın ne kadar uzunlukta olması gerektiğini not ettirdim." "Toplamda tezgahın uzunluğu 4 m." "...ocak (...ile...) arasındaki mesafenin... ne kadar olması gerektiği hakkında yine bir fikrim yok. Bu sadece göz kararı diyelim. Ama düşüncem yine aynı, lavaboda bulaşığını yıkarsa burada kurutabilir, şurada yemeğini hazırlayabilir, burada da ocakta pişirip hemen balkona veya masaya götürebilir. Ana kural ocağın veya sıcak yerlerin mümkün olduğunca yakın olması gerektiğini gözeterek yaptım orayı. Bir an önce ocaktaki tencereyi masaya yerleştirmesi gerekiyor. Ama bu sefer de burdan esen rüzgar ocağın ateşini engelleyebilir, buna bir çözümüm yok."	Measurement, Observation
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
drawer (vertical depth)	<i>(Not Proposed)</i>	"Çekmeceler 75 cm zeminden tezgahın yüksekliğine kadar, yani 25'er cm diye düşündüm. Yeterli bir derinlik."	
	NA	UNISTRUCURAL	
short part of L-shaped counter (width)	<i>(Not Proposed)</i>	"Bir mikrodalga fırını düşündüm. En fazla 50 cm bir uzunluğu olabilir. 50 cm'yi mikrodalga fırın kapattı. Geriye 70 cm'ye yakın bir alan var. Bu da küçük malzemeleri veya atıştırmalıkları hazırlamak için yeterli bir alan diye düşündüm..."	
	NA	UNISTRUCURAL	
wall shelf (height)	<i>(Not Proposed)</i>	"...rafların ne kadar yüksekte olması gerektiğine baktım. ...3 boyutlu ortamda raflar biraz fazla yüksekti sanki. Rafların evet belli yarısını falan kullanabiliyorduk. Ama daha fazlasını yani rafın en üst rafını kullanmak için insanın ayakta olması gerekiyor. Oturan bir insan orayı kullanamaz. Dolayısıyla bu rafların yüksekliğini biraz düşürmem gerektiğini not ettirdim." "Burada rafları çizemedim açıkçası. Zaman yetmedi. ... Ama rafları çizmek istersem de şu düşüncüyü yazmıştım zaten hiç bir çizime başlamadan önce raflar en yüksek 115 cm olsun diye. Siz bana 150 artı 50; 200; 204 cm'lik bir yükseklik vermişsiniz. Bu normal bir insan için bile çok yüksek bir şey yani. Şu ikinci üstteki rafı kullanamayacak bu arkadaş, hatta hiç birini kullanamaz. Engelli bir birey 200 cm'ye yükselemez. Dolayısıyla ben bunu biraz düşürdüm, 115 ve 170 cm arasında olabilir. Derinliği aynı kaldı." "...yukarı doğru elim uzattım..., ama göz kararıyla bile belli oluyordu." "Tezgahla arasında da belli bir boşluk olması gerekiyordu. Raf ile tezgahın arasında bir boşluk olursa da oraya kavanoz falan koyabilir... 40 cm'lik bir alan."	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCURAL	

Table 23 (continued)

fridge (depth)	(Given measurement: 100 cm) "Öyle düşündüm. Ne kadar doğru bilmiyorum." "Şu an bizim evde olan dolabı düşündüm. 1 m genişliği (derinliği) vardır, veya 80 cm de olabilir. Ama (genişliği) 1.5 m de çok fazla oldu gibi. 120 cm falan da olabilirdi yani."	(Given measurement: 150 cm) "O gözden kaçmış. Onu düşünmedim. Aynısını yapardım yani. 1.5 m derinlikte bir buzdolabı çok fazla olur ya. Yetişemez yani engelli bir birey."	
	NA	NA	
fridge (width)	(Given measurement: 150 cm) "Öyle düşündüm. Ne kadar doğru bilmiyorum." "Şu an bizim evde olan dolabı düşündüm. 1 m genişliği (derinliği) vardır, veya 80 cm de olabilir. Ama (genişliği) 1.5 m de çok fazla oldu gibi. 120 cm falan da olabilirdi yani."	(Given measurement: 100 cm) "Bu sanırım istemsizce gerçekleşmiş. Burada (birinci kısımda) genişliği 1.5 m iken 1 m'ye düşürmüştüm. Neden böyle bir şey yaptım bilmiyorum."	
	NA	NA	
cooktop (width)	(Represented without measurement) "...(...birinci seansta...) fırının genişliği veya bulaşık makinesinin genişliğini bilmiyordum... Onu öğrendim."	(Represented without measurement) "...(...birinci seansta...) fırının genişliği veya bulaşık makinesinin genişliğini bilmiyordum... Onu öğrendim."	Measurement
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
dishwasher (height)	(Not Proposed)	"Bulaşık makinesinin boyutlarını değiştirdim."	Measurement, Observation
	NA	NA	
dishwasher (width)	(Not Proposed)	"Bulaşık makinesinin boyutlarını değiştirdim."	Measurement, Observation
	NA	NA	
wheelchair ramp (width)	(Represented without measurement) (Not enough information)	"Normal bir insan hatırladığım kadarıyla, çok emin değilim bir sandalyeye oturduğu zaman 50 cm genişliğinde bir yer kaplar diye hatırlıyorum. Fakat bu tekerlekli sandalye olduğu zaman tekerlekli sandalyenin tekerleği falan şu rampadan çıkmaması gerekiyor. Yani insan devrilir yoksa. Dolayısıyla bunu bir 30 cm artırarak 80 cm yapmanın uygun olacağını düşündüm. Kenarlardan 15 veya 10 cm'lik boşluklar var."	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
wheelchair ramp (length)	(Represented without measurement) (Not enough information)	"Daha sonra, rampayı ne kadar uzun yaparsam eğim o kadar azalır. Eğim azaldığı için bu insan daha da rahat eder. 120 cm bunun için yeterli olacağını düşündüm. Zaten bahçe ile balkon arasında da çok fazla bir kot farkı yok. 120 cm gayet yeterli olacaktır. Yağmurlu havalarda falan da eğer arkadaş dışarı çıkmak isterse buranın da çok eğimli olması; ıslanacağı için biraz kayganlığı da artırır. Kaymasının diye daha eğimsiz bir rampa düşündüm burada."	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
balcony (width)	(Represented without measurement) (Not enough information)	"Balkon genişliğine; –bu sadece bir düşünce- 2-2.5 m arası olabilir. Gayet masalar ve oturma alanı için yeterli olur diye düşündüm." "...engelli bir birey için gayet yeterli olur diye düşündüm."	Measurement
	NA	UNISTRUCUTURAL	

Table 23 (continued)

dinning table (depth)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"Yine bu masayı yaparken de şuradaki (tezgah ve masa arasındaki) geçişi engellememeyi düşündüm. Yani daha da derin bir masa yapılabilirdi. Ama bu sefer şu arasındaki mesafeyi tam net olarak bilmediğim için daralmasını diye 80 cm'nin tekerlekli sandalyedeki bir insan için yeterli olacağını düşündüm."	Measurement
	NA	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (width)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"100 cm sadece yeterli olsun diye. Bunu daha da uzatabilirdim ama yine burayı (tezgah ile masa arasındaki mesafeyi) daraltıyordu." "...oraya normal insanlar oturur diye düşündüm."	Measurement
	NA	MULTISTRUCTURAL	
distance between counter and window	<i>(Not Proposed)</i>	<i>(Given measurement: 80 cm)</i> "Tezgah hemen pencerenin yani balkonun hemen yanındaydı. Fakat ben tezgah ile pencere arasında bir sandalye masa koydum. Ve böylece insan aslında burada bir kahve içme veya atıştırmalık bir ortam yarattım. Yani tezgahın hemen kahveleri buraya yerleştirebilir. Orada kahvesini ya da çayını yudumlayabilir. Burada zaten açık pencere var. Burada da gösterdiğim gibi önden görünüşte... Burası bir oturma dinlenme mekanı olarak, şuradaki düşündüğümü (birinci kısım kırmızıyla not edilmiş koltuk) buraya yerleştirmek istedim." "Madem burası, şu balkonla mutfak arası zemine kadar bir pencere varsa ben bunu değerlendirmek istedim. Buraya bir alan yarattım. ... Tezgahı biraz geriye çektim." "İlk önce şuralardan başladım. 4 m'yi 1'er metre böleyim bakalım işim daha kolay olsun diye dörde böldüm. Daha sonra, şurada tezgahla cam arasında bir 80 cm'lik bir boşluk yine yeterli olur diye düşündüm. Masa ve sandalyeyi buraya yerleştirdim. Şu 1 m sadece işimi kolaylaştırsın diye böldüğüm yerler." "Şimdi aklıma geldi; burada 80 cm'yi ben tekerlekli sandalyeye göre düşünmedim açıkçası bu aralığı. Ama demin de dediğim gibi yanlış hatırlamıyorsam normal bir insan 50 cm'lik bir genişliğe oturur diye düşündüm. Tekerlekli sandalye için bir alan düşünmedim burada. Ama normal bir insan burada rahatlıkla oturur, çayını yudumlayabilir yani. Referans noktam orasıydı."	
	NA	UNISTRUCTURAL	
window (height)	<i>(No representation, no measurement)</i> "...(tezgahın) bittiği yerde pencere başlıyor."	"Aslında VR'daki oda bana biraz basık geldi." "...pencereyi...tezgaha kadar...diye düşündüm. Fakat biraz daha açık (transparan, aydınlık, vs) olmasını istediğim için şuraya (pencere ve tezgah arası) bir alan yarattım. Bu sefer pencereyi yere kadar...daha da uzattım."	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	"20 metrekareyi nasıl bölebilirim diye düşündüm. 4x5 veya 2x10, en uygun 4x5; kare, benim için her zaman mükemmel bir form olarak düşünüyorum kareyi. Her şeye uyumludur benim gözümde; üçgenlerine ayırabilirsin, eşit uzaklıklara koyabilirsin. O yüzden formu 4x5 yaptım, daha uygun olacağını düşündüm."	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 24: Analysis of coded verbal reports of Participant-05

P-05	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utility
door (width)	(Represented without measurement) - improvising	- idea of a standard/common measurement - wheelchair size	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (height)	(Not enough information)	- directly copying new information from VLE (idea of a standard/common/normal measurement)	Measurement, Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
sink (width)	- could not come up with any idea	- directly copying new information from VLE (idea of a standard/common/normal measurement)	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (height)	- idea of a standard/common measurement	- idea of a standard/common measurement - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- improvising	- limited/aligned with circulation area - size of a relevant volume - intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (width)	- limited/aligned with circulation area - intrinsic function of the object, involving a use case scenario	(In addition to the previous session:) - idea of a standard/common measurement - possible use case scenarios (Any consistent solution is not suggested.)	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (vertical depth)	(Not Proposed)	- intrinsic function of the object	
	NA	UNISTRUCTURAL	
short part of L-shaped counter (width)	(Not Proposed)	- intrinsic function of the object	
	NA	UNISTRUCTURAL	

Table 24 (continued)

wall shelf (height)	(Not Proposed)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - limited/aligned with relevant volume	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
fridge (depth)	(Misleading and/or lacking information)	(Misleading and/or lacking information)	
	NA	NA	
fridge (width)	(Misleading and/or lacking information)	(Misleading and/or lacking information)	
	NA	NA	
cooktop (width)	- idea of a standard/common measurement (based on participant's report. "I did not know at the beginning, I decided to learn that" or similar reports might imply a unistructural approach which recalls a common or standard measurement for the particular length of an object.)	- idea of a standard/common measurement (based on participant's report. "I did not know at the beginning, I decided to learn that" or similar reports might imply a unistructural approach which recalls a common or standard measurement for the particular length of an object.)	Measurement
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
dishwasher (height)	(Not Proposed)	(Not enough information)	Measurement, Observation
	NA	NA	
dishwasher (width)	(Not Proposed)	(Not enough information)	Measurement, Observation
	NA	NA	
wheelchair ramp (width)	(Not enough information)	- wheelchair size	
	NA	UNISTRUCTURAL	
wheelchair ramp (length)	(Not enough information)	- intrinsic function of the object	
	NA	UNISTRUCTURAL	
balcony (width)	(Not enough information)	- intrinsic function of the object (size of other volumes)	Measurement
	NA	UNISTRUCTURAL	
dinning table (depth)	(Not enough information)	- limited/aligned with circulation area - wheelchair size and body size	Measurement
	NA	MULTISTRUCTURAL	
dinning table (width)	(Not enough information)	- intrinsic function of the object - limited/aligned with circulation area - body size	Measurement
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 24 (continued)

distance between counter and window	(Not Proposed)	(grid technique to ease the process) - body size	
	NA	UNISTRUCTURAL	
window (height)	- limited/aligned with irrelevant volume	- limited/aligned with irrelevant volume	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- improvising	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 25: Analysis of verbal reports of Participant-06

P-06	SESSION - 1	SESSION - 3		
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation	
countertop (height)	<p>"... şu tezgâhı kısa (yükseklik olarak) ve dar (derinlik olarak) tutup; her noktasına erişebilecekleri bir tezgâh oluşturmak istedim. Sonuçta, yukarılarda dolap kullanılmadığından, bütün şeylere... (<i>...ulaşabilmeleri için...</i>) aşağıda daha çok dolap ve çekmece kullanarak, (<i>...tezgâhın altını...</i>) mutfak araç gereçlerini depolayabilecekleri bir yer olarak düşündüm."</p> <p>"P: Onu işte şu normal masadan düşündüm (Katılımcı deney sırasında üzerinde çizim yaptığı masayı gösterdi). Ondan sonra hani zaten bu yük... (<i>...seklik...</i>) bu masa bana yetiyor. O zaman onlar (tekerlekli sandalye kullananlar) da bu şekilde kullanılabilir deyip, ona göre verdim. I: Yani masanın boyunu biliyor muydun? P: Hıhı... 75 cm falan işte yani. I: Burada (tasarımdaki tezgâh yüksekliği için) 60 cm; ondan daha düşük bir şey yapmışsın. P: Evet, daha ileriye ulaşmak için. Ha... (Katılımcı duraksayıp düşündü.) Ama yine 75 de olabilirmiş, 60 biraz fazla aşağıda." "... üstünde çalışması için daha rahat bir ortam oluşturmak için. Çok yüksek olsa yetişme... kullanması zor olur diye düşündüm."</p>	<p>"Burada (uygulamada) kullanınca, çok aşağı kısımlarda, derin (alçak) yerlerde (<i>...tezgâh altı raflarda...</i>) ilerilere ulaşamadığı için; şu yüksekliği (tezgâh yüksekliği) 70'e çıkardım. Ayrıca, 60 cm çok alçak geldi, sonra 70'te çalışması daha kolay olur diye düşündüm."</p>	RELATIONAL	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL			
countertop (depth)	<p>"... şu tezgâhı kısa (yükseklik olarak) ve dar (derinlik olarak) tutup; her noktasına erişebilecekleri bir tezgâh oluşturmak istedim. Sonuçta, yukarılarda dolap kullanılmadığından, bütün şeylere... (ulaşabilmeleri için) aşağıda daha çok dolap ve çekmece kullanarak, (burayı) mutfak araç gereçlerini depolayabilecekleri bir yer olarak düşündüm."</p> <p>"P: O işte kol boyunun uzanabileceği; hani şu dipte bir şey olduğu zaman almaya. I: Bunun 50 cm olduğunu biliyor muydun veya kolunun nereye kadar uzandığını? P: Tahmin ettim."</p>	<p>"VR'da da onu denedim zaten, hani alabiliyor muyum diye. Orada da zaten kaç santimdi? 60 cm idi, ulaşıyordu."</p>	MULTISTRUCTURAL	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL			
countertop (width)	<p>"Önce genişliği ve uzunluğu ile başladım odanın. Ondan sonra ona tezgâhı yerleştirmeye çalıştım" "Önce tamamen 3 m dedim. Sonra tekrar şurada bir – ha bu tezgâhı 60 yapmışım, 60 cm derinlik verdim- hani ona göre 2.40 olsun burası dedim. Şurada da bir 5 m olduğu için, burada (soldaki 5 m duvarın önünde 3 m tezgâhtan kalan 2 m genişliğinde alan) da bir kullanım alanı olsun ki hani oraya dolap ve buzdolabıdır zırttır pırttır konulabilsin diye." "... şöyle düşündüm: Burada 3m'lik bir tezgâhım olursa burada bana 2 m kalıyor. Bu 2 m'nin yine bir 60 cm'sini falan dolap yese, burada 1.20 (m) hani o 1.20 (m)'ye bir tane tekerlekli sandalye girer. O şekilde kullanılabilir. Hani burada kullanılacak alanı en fazlaya çıkarmak için, burada ne kalır diye düşündüm."</p>	<p>"... önce tezgâhı sonra odayı yaptım ki daha rahat otursun ölçüler diye."</p>	UNISTRUCTURAL	Observation
	UNISTRUCTURAL			

Table 25 (continued)

table (height)	<p>"... onun (tezgahın) devamında da; (...tekerlekli sandalye ile içine...) girebilecekleri şöyle bir masa düşündüm, uzun..."</p> <p>"Burası da masa. Burası yemek yemek için. Bunun altı boş. Şöyle girip yemeğini yesin. Yine bu yükseklikler (tezgah ve masa yükseklikleri) hep aynı."</p> <p>"P: Onu (tezgah yüksekliği) işte şu normal masadan düşündüm (Katılımcı deney sırasında masadan düşündüm (Katılımcı deney sırasında üzerinde çizim yaptığı masayı gösterdi). Ondan sonra hani zaten bu yük... (...seklik...) bu masa bana yetiyor. O zaman onlar (tekerlekli sandalye kullananlar) da bu şekilde kullanabilir deyip, ona göre verdim.</p> <p>I: Yani masanın boyunu biliyor muydun?</p> <p>P: Hıhı... 75 cm falan işte yani.</p> <p>I: Burada (tasarımdaki tezgâh yüksekliği için) 60 cm; ondan daha düşük bir şey yapmışsın.</p> <p>P: Evet, daha ileriye ulaşmak için. Ha... (Katılımcı duraksayıp düşündü.) Ama yine 75 de olabilirmiş, 60 biraz fazla aşağıda."</p>	"Hepsinin yüksekliği 70 cm."	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
distance between wall and counter	<p>(Given measurement: 200 cm)</p> <p>"... şöyle düşündüm: Burada 3m'lik bir tezgâhım olursa burada bana 2 m kalıyor. Bu 2 m'nin yine bir 60 cm'sini falan dolap yese, burada 1.20 (m) hani o 1.20 (m)'ye bir tane tekerlekli sandalye girer. O şekilde kullanılabilir. Hani burada kullanılacak alanı en fazla çıkarmak için, burada ne kalır diye düşündüm."</p>	"İşte, yine aynı mantık; şurada (tezgah ile buzdolabının yaslandığı duvar arasında) 2 m kalıyor. 70 cm dolabın uzunluğu (derinliği) var; (...geriye...) 1.30 (...m kalıyor, tekerlekli sandalye...) girer diye düşündüm."	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
base cabinet door (width)	<p>"... ilk başta yoktu. sonra işte baktım 3 m'ye şu 60 cm'lik tezgâhla 4 tane 60 cm'lik dolap sığıyor dedim. O şekilde oldu."</p> <p>"... kullanımını çok düşünmedim o zaman."</p>	<p>"Ayrıca burada, şu duvara çok kullanılan eşyaları... Hani sürekli dolap da sıkıntı olacak kullanması için, onu fark ettim. Yanında durup açamıyorsun şeyi (dolap kapağını). Hani sık kullanılanları -duvarda asılabilecek şeyler koyayım ki- oradan hemen alıp kullanabilsin diye."</p> <p>"Çekmece ekledim, orada (birinci seansta) unutmuştum. Çekmece çok kullanışlı olabilir diye düşündüm, erişmek açısından."</p> <p>"Yanında durup açamıyorsun şeyi (dolap kapağını)."</p> <p>"Hatta dolapları bu sefer şey diye düşündüm: Sürgülü olursa eğer çok daha rahat olur kullanması. ... O şekilde onu açıp kapatmak daha pratik olabilir diye düşündüm."</p> <p>"(VR deneyimi ile ilgili:) şu dolaplar hani nasıl kullanılır, nasıl yanaşabiliyorum dolaplara... Hani çünkü düz geldiğim (yaklaştığım) zaman onlar açılmıyor; yan gelip kullanmam gerek. Onları fark ettim."</p>	Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
base cabinet shelves (height)	<p>(No representation, No measurement)</p> <p>(As participant reports in the fifth session:)</p> <p>"(...birinci seansta...) O direk yerdeydi, bir de ara bir raf vardı, hani öyle düşünmüştüm."</p>	<p>"Burada (uygulamada) kullanınca, çok aşağı kısımlarda, derin yerlerde ilerilere ulaşamadığı için şu yüksekliği (tezgah yüksekliğini) 70'e çıkardım."</p> <p>"Ondan sonra, şu dolapları içini de şey diye düşündüm: Hani çok derinde (alçak seviyede), uzağa (...eşya, vs...) yerleştiremeyeceğim için; ya hani çektiğimde bana doğru gelen bir şey, ya da - hani 10 cm kazanmıştım ya- (...dolap içindeki alt bölme...) 10 cm yükseltip daha erişimi kolay bir şey (...tasarlayayım...) diye düşündüm."</p> <p>"Dolaplar çok alçakta olduğu zaman, derinde bir</p>	Interaction, Observation

Table 25 (continued)

base cabinet shelves (height) (cont'd)		şeye ulaşamıyorum. Hem işte o dolapların bir 10-15 cm yüksekliğini artırdım alt taraftan; hani erişebilmek için..." "(...birinci seansta...) O direk yerdedi, bir de ara bir raf vardı, hani öyle düşünmüştüm. Ama bu sefer alt rafı direk yerden değil de 10-15 cm yüksekten başlasın ki erişebileyim dedim. Bir de üstüne bir raf daha olabilir, o kullanıma göre..." " <i>(VR deneyimi ile ilgili:)</i> En aşağıda ne kadar erişebiliyorum? Hani o yüzden şu dolapları yükselttim. Bir de hani en yüksek nereye gidebiliyorum (erişebiliyorum)? Hani o erişebileceğim alanı deneyimlemek istedim açıkçası ki ona göre yerleştireyim dolapları, işte kullanacağım aletleri falan."	
	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
fridge (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "Buzdolabının şeklini bilemedim. Hani yüksek bir buzdolabına yine erişmesi zor olur, açamaz falan. Dolap işini hiç karıştırmayayım dedim o açıdan. Nasıl ergonomik olur bilmiyordum yani."	<i>(Given measurement: 150 cm)</i> "Yüksek bir buzdolabının 'deepfreeze'ine falan ulaşamaz diye; hani şöyle ince (derinliği az) uzun (enine geniş) buzdolapları oluyor ya; o tarz bir şey kullanılabilir diye düşündüm." "Yok bildiğim (...bir şey...değil... Öyle, ne oturur buraya diyerek... Aa zaten yanlış vermişim ölçüleri: 4 m'ye sığmıyor, onu çok düşünmemişim."	
	NA	NA	
fridge (depth)	"... şöyle düşündüm: Burada 3 m'lik bir tezgâhım olursa burada (tezgah ve duvar arasında) bana 2 m kalıyor. Bu 2 m'nin yine bir 60 cm'sini falan dolap yese, burada 1.20 (m)... hani o 1.20 (m)'ye bir tane tekerlekli sandalye girer. O şekilde kullanılabilir. Hani burada kullanılacak alanı en fazlaya çıkarmak için, burada ne kalır diye düşündüm."	"İşte, yine aynı mantık; şurada (tezgah ile buzdolabının yaslandığı duvar arasında) 2 m kalıyor. 70 cm dolabın uzunluğu (derinliği) var; 1.30 (...m kalıyor, tekerlekli sandalye...) girer diye düşündüm."	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
store cupboard (width)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"Onu da bilmiyorum. Onu ne kadar geniş olursa o kadar iyi diye düşündüm de... Öyle, kendimce geliştirdim." "... Aa zaten yanlış vermişim ölçüleri: 4 m'ye sığmıyor, onu çok düşünmemişim."	
	NA	PRESTRUCTURAL	
store cupboard (depth)	"... şöyle düşündüm: Burada 3m'lik bir tezgâhım olursa burada bana 2 m kalıyor. Bu 2 m'nin yine bir 60 cm'sini falan dolap yese, burada 1.20 (m) hani o 1.20 (m)'ye bir tane tekerlekli sandalye girer. O şekilde kullanılabilir. Hani burada kullanılacak alanı en fazlaya çıkarmak için, burada ne kalır diye düşündüm."	"İşte, yine aynı mantık; şurada (tezgah ile buzdolabının yaslandığı duvar arasında) 2 m kalıyor. 70 cm dolabın uzunluğu (derinliği) var; 1.30 (...m kalıyor dolapla tezgah arasında, tekerlekli sandalye...) girer diye düşündüm."	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
door (width)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"Bu sefer kapıyı da hani geniş olsun dedim: 1.20 (m), hani tekerlekli sandalye rahat geçer."	
	NA	MULTISTRUCURAL	Observation
kitchen floor measurements	"Önce genişliği ve uzunluğu ile başladım odanın. Ondan sonra ona tezgâhı yerleştirmeye çalıştım. Ama ondan sonra şu ikinci adımda (in session -3) önce tezgâhı sonra odayı yaptım ki daha rahat otursun ölçüler diye." "Açıkçası; nasıl diyim, eşit, daha doğrusu yakın tutup sayıları birbirine, ortada geniş bir alan bırakıp kenarlarda kullanımı artırmayı düşündüm kendimce. Tekerlekli sandalyenin burada hareket edebileceği daha geniş bir alan..."	(Not changed)	
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	

Table 26: Analysis of coded verbal reports of Participant-06

P-06	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	(identifying a function) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (depth)	(identifying a function) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.)	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (width)	- limited/aligned with irrelevant volume - limited/aligned with circulation area	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
table (height)	(identifying functions) - correlating scale/measurement with another volume from inside the design	- correlating scale/measurement with another volume from inside the design	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
deistance between wall and counter	- limited/aligned with irrelevant volume - wheelchair size	- limited/aligned with irrelevant volume - wheelchair size	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
base cabinet door (width)	- segmenting a volume (correlating scale/measurement with another volume)	(Not changed. In addition to the previous session): - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (Decision is compared with the virtual example. Use case and related size are found problematic after VR experience. A different design is proposed. Scale/size is questioned and evaluated in a multistructural level. Measurement decision is not changed but measurement problem is still evaluated and responded in a multistructural level.)	Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
base cabinet shelves (height)	- segmenting a volume (correlating scale/measurement with another volume)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (width)	(Misleading and lacking information)	(Misleading and lacking information)	
	NA	NA	

Table 26 (continued)

fridge (depth)	- estimating (idea of a common measurement)	- estimating (idea of a common measurement)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
store cupboard (width)	(Not enough information)	- limited/aligned with irrelevant volume	
	NA	PRESTRUCTURAL	
store cupboard (depth)	- estimating (idea of a common measurement)	- estimating (idea of a common measurement)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (width)	(Not enough information)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- wheelchair size - activity/movement involved in a use case - spatial organization	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 27: Analysis of verbal reports of Participant-08

P-08	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (depth)	"Ölçüleri de işte, yani biraz tezgahın genişliğini derinliğini bilmiyordum tabi önceden. Biraz salladım, o da tutmuş heralde; 60 cm diye." "Onu da işte yani, baktım şöyle etrafıma masaya. Hani şey hani özellikle bunu bir şeyim yok bir amacım yoktu hani sadece normalde ne kadarı düşündüm yani." "Ya şu masayı düşündüm. (Katılımcı üzerinde çizim yaptığı masayı gösteriyor.) Tezgahla kıyasladım gibi.." "Şöyle düşündüm –o zaman anlatayım yani-; oturduğum masaya baktım işte. Tahminen bi işte 80... belki 70 cm falan diye düşündüm. Tezgahın daha kısa olacağını düşündüğüm için; ona da 60 dedim."	"Onun sebebi de şu. Uygulamadaki, denediğimde onu sordum zaten, orada da erişebiliyor muyum diye özellikle denedim, orada sarı bir şey vardı falan, deterjan gibi... Ona falan gayet erişilebiliyordu yani. 60 cm'in kullanışı olacağını düşündüm yine. Yani bir önceki seferde denemeydi. Bu sefer hani görmüş olarak yaptım."	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (height)	"Ya şimdi 90 cm; ... Ya bilmiyorum. Şey olarak düşündüm; normal olsa 90 cm olurdu belki dedim, ya da 80. Ama şimdi tekerlekli sandalyeli birisi açısından daha yere yakın olsa daha kullanışlı olur gibi düşündüm. Ama sadece o da kullanmayacağı için çok da alçak olmasın gibi düşündüm. Ama ölçüleri bilmediğim için 60 ile 90 arası dedim yani." "Özellikle ocak kısmında yani. Normal tezgahla hani gördüğüm kadarıyla yaptığımız VR şeyinde (uygulamasında) bi şeye erişebiliyo 90 cm'e ama... Ocaktaki şeylerin daha yukarıda olacağı falan düşünülünce, tencerelerin falan, o yüzden."	"Tezgah yüksekliği de yine aslında benzer bir şekilde... Yani oradaki, 90 cm idi uygulamada, sorduğumda. Ama işte, hani ben orada ocak olmadığı için, ocaklı düşününce 80'in daha uygun olacağını düşündüm. O yüzden onu bir 10 cm... (indirdim)." "Yani şimdi, ocağın kullanımı açısından... Yani tezgahın üstünden bir şey almak daha kolay ama ocakta bir şey pişirirken hani arkada da sonuçta tencereler olacak falan. Tencerelerin de yüksekliği olacak falan. Hani içlerini de görmek gerekir diye düşünerek bir 10 cm indirdim ki hani hem çok alçak olmasın normal insanlar için hani, hem de tekerlekli sandalye için de uygun olsun gibi... ...o yüzden tüm tezgahı indirdim yani."	Measurement, Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
base cabinet doors and drawers (width)	<i>(Not proposed OR Not enough information)</i>	"(Tezgahın...) Dörtte biri. ... Yani kaç? 60'ar cm mi oluyor? Aynen. ... Yani, biraz göz kararı gibi diyim. Yani öyle çok hesaplayıp şey yapmadım."	Interaction, Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
door (width)	<i>(Represented as an opening without any measurement)</i> "...normalde kapı yok diye düşünmüştüm."	"Giriş yine aynı. Bu sefer bir kapı ekledim. Kapıyı ekleme sebebim de şu. Bu uygulamadaki şeyden dolayı... Hani açık olursa nasıl olurdu düşündüm, niye bilmiyorum. Hani normalde açık olması tercihimdi. Ama hani uygulamada bu mekanın içinde olacağım için orası kapalı olsun diye düşündüm. Sırf uygulamaya göre yani..." "...normal bir kapının genişliğini düşünerek verdim açıklığı. Yani normal bir kapı olsa ne kadar olurdu düşündüm." "Daha önce ölçmedim sanırım. Ya elbet ölçmüşümdür de, hatırlayarak vermedim yani. 80-90 cm olsa diye düşündüm, biraz da ben işte şey payı verdim yani kendimce; tekerlekli sandalye payı verdim. O yüzden 1 metre dedim."	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 27 (continued)

south window (width)	<i>(Represented without any measurement)</i> "Burada (birinci seans) belli değil de ikincide belirledim onu daha sonra."	"...onu belirledim bu sefer." "Onu da işte şu karşıdaki pencereyle tam aynı hizada olacak şekilde yine ortada bir pencere yani. Şurayla şura eşit; ölçülerini bilmediğim için."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
south window (height from ground)	<i>(Represented without any measurement)</i> "Burada (birinci seans) belli değil de ikincide belirledim onu daha sonra."	"O da diğer pencerelerle aynı olur diye düşündüm. O da yani 80 cm yerden yukarıda. Çünkü bu sefer tezgahı 80 cm'e çevirdim yüksekliğini, diğerinde 60-90 demiştim."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
window (height)	"...pencereleri de özellikle fazla koyup; çünkü üst tarafta tezgah (dolap) olmadığı için çok boş hem gözükecek hem de aslında üst tarafta tezgah (dolap) olmaması biraz daha avantajlı olabilir yani biraz daha aydınlatmak için." "İşte, yukarıda tezgah (dolap) olmadığı için, ve bu aşağıdakine de 90 cm dersem, yukarıda da tezgah (dolap) yok. Yukarıda hani çok tavana kadar bir pencere olsun istemedim. Çünkü zaten baya bir pencere var. Bir yandan da yukarıda çok boş kalmasın diye, -hani duvara 3 metre dedim, 90 cm, 1 metre, yani yaklaşık 2 metre- yukarıda da 1 metre boşluk kalıyor. ... 3 metre kararı sonra çıktı." "Şöyle; 60 cm olsa yine tezgahın hizasından başlaması benim hoşuma giderdi ama o zaman 1 metre olması olmazdı. Ya o ayrıntıyı düşünmedim açıkçası. ... 60 olsa; 1 metre 30 santim derim. Yani şimdi sorunca anladım. ... Ama yine tezgahtan başlatırım yani." "Ya aslında yine şu an düşününce 1 metre 90'ın (pencerenin en üst hizası) aslında çok da şey bir pencere olmadığını, hani çok yüksek bir pencere olmadığını farkediyorum. Daha da yüksek olabilirdi yani. Ya ben tamamen o anın şeyiyle düşündüğüm için... Yani 1 metre 90 cm de o kadar yüksek değil aslında şey olarak yani göz hizası olarak yani. ... O zaman düşünmemiştim. Şimdi düşününce, aslında daha da yüksek yapmakta bir şey görmüyorum yani." "O zaman 1.90'ı hiç görmemişim bile yani öyle diyim. Yani hiç toplayım kaç ... diye hiç düşünmedim."	<i>(Not changed)</i>	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
ceiling (height)	"Ha yani o da yine bunlardan bağımsız bir karardı aslında. Yine şey olarak, duvar yüksekliği ne kadar oluru düşündüm sadece."	"Duvar yüksekliğini değiştirdim; 3 metreden 2,5 metreye indirdim. Cam yüksekliğini aynı bıraktım. Onun sebebi de hani dediğim gibi yukarıdaki alanı çok büyük bir şekilde sadece duvar kalmasını çok istemedim... ki 3 metre de gayet yüksek bir duvar. 2,5 metre de sanki bana yeterliymiş gibi geldi. Hani çok daraltıcı hissettirmez diye düşündüm. Çünkü gayet hani aydınlık veya ışık alan bir yer olacak diye düşündüm. O yüzden 2,5 metrenin yeterli olacağını düşündüm. Onu o yüzden değiştirdim." "O da dediğim gibi hani üst tarafta çok direk duvar kalsın istemedim. Daha alçak olsun diye düşündüm. Çünkü üst tarafta tezgah (dolap) olmayacağı için, şey... dolap olmayacağı için boş gözükecekti. O yüzden onu biraz aşağıya indireyim dedim ki onun da bir şey olacağını düşünmedim. Zaten dediğim gibi çok aydınlık, ışık alan bir yer	Observation

Table 27 (continued)

ceiling (height) (cont'd)		olacağını düşündüğüm için, çok basic hissettireceğini düşünmedim. O yüzden 2,5'a düşürdüm." "Çünkü 3 iken dediğim gibi biraz daha boş hissettireceğini düşündüm hani onu yazdıktan sonra. O yüzden ikinci sefer geçerken hani kafamda o vardı zaten ilk başta yani."	
	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
north window (width)	"İşte, yani tamamına (kuzey cephesi) 3 m dedim. Bu da düzgün bir altıgenin bir şeyi olarak düşününce onun hesabını yapamadım ama burası 1.5'sa..." "1.5'ar metre gibi düşündüm şuraya yazdım ama bilmiyorum tam. " "O köşelerden dolayı."	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
dishwasher (height)	(Not proposed)	"O da şeyden dolayı; uygulamadaki şeyde tezgah 90 cm'di, bulaşık makinesi de yine tam ona göreymi. Yani tezgaha hemen sınırdı yani. Ama şimdi ben 80 cm tezgah belirledim. Makina gerçekte eğer 90 cm ise o zaman 90 cm olması gerek. Ama 80 cm ise daha hoş gözükür tabiki tezgahla aynı hizada hatta belki üstünden tezgah geçer falan. O yüzden 80-90 cm dedim bilmediğim için."	Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
dishwasher (width)	(Not proposed)	(Given measurement: 75 cm) "Zaten bilmediğim bir ölçü olduğu için; eğer öyleyse, öyle olmasını umdum yani öyle diyeyim. Eğer öyleyse tam bir tezgahı kapatacağın. Yani burada hiç tezgah olmayacak, tezgah burada bitecek, gibi düşündüm. Öyle. Yani eğer şeyse de, 75 cm değil atıyorum gerçi 60 cm ise bir öncekinde yazdığım gibi o zaman buraya tezgah uzar yani. Çok kullanışlı bir yer olmaz diye ben onu 75'e çevirdim. ... İkiye böldüm. Çünkü 60'ar desem 30 cm'lik bir yer kalacaktı çok kullanışlı bir yer olmayacak diye düşündüm."	Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
fridge (width)	"Tahmin ettim. Yani tezgahdan çok geniş değil diye düşündüm. Daha kare bir yapı diye düşündüm. O yüzden 60 x 60 dedim yani."	(Given measurement: 75 cm) "Zaten bilmediğim bir ölçü olduğu için; eğer öyleyse, öyle olmasını umdum yani öyle diyeyim. Eğer öyleyse tam bir tezgahı kapatacağın. Yani burada hiç tezgah olmayacak, tezgah burada bitecek, gibi düşündüm. Öyle. Yani eğer şeyse de, 75 cm değil atıyorum gerçi 60 cm ise bir öncekinde yazdığım gibi o zaman buraya tezgah uzar yani. Çok kullanışlı bir yer olmaz diye ben onu 75'e çevirdim. ... İkiye böldüm. Çünkü 60'ar desem 30 cm'lik bir yer kalacaktı çok kullanışlı bir yer olmayacak diye düşündüm."	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
fridge (height)	(Represented without any measurement) (Not enough information)	"O da işte tahminime göre. Yani kendi... buzdolaplarını düşündüm yani kaç metre olur diye. O da 2 metre falandır diye düşündüm."	
	NA	UNISTRUCURAL	

Table 27 (continued)

countertop (width)	<p>(Given measurement: 150 cm)</p> <p>"Onu da işte yine aynı şekilde düşünerek yapmaya çalıştım ama aslında baya şu an yanlış olduğunu düşünüyorum."</p> <p>"O zaman işte dediğim gibi hani... Burası tamamen, hani... Yarısı başka bir şey yarısı başka bir şey olsa çok kullanışlı olmaz diye düşündüm. O yüzden tamamen ocak olsa gibi düşündüm. Ama 1.5 m... fazla gibi geliyor hala. O zaman da öyle gelmişti ama öyle yapmıştım yani. O yani. Çünkü bir yandan da bakınca tezgah sayısı baya fazla. Hani burası da tezgah olsun şurası da tezgah olsun gibi... Ondan da biraz kaçmak için burası tamamen ocak olsun gibi düşündüm."</p> <p>"Ya şimdi düşününce, sorduktan sonra işte şu an baya kullanışsız geliyor çünkü hani tekerlekli sandalyenin sağa sola gitmesi açısından ama o zaman öyle düşünmemiştim. Şimdi öyle evet. Yani ileri gitmesi, geri gitmesi kolay ama tek. san.'nin sağı solu biraz daha uğraştırır yani orada manevra yapması falan gerek"</p>	(No change)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
table (width)	<p>"Bunlar normal 4 kişilik bir aile olsa dedim. 4 kişilik bir aile olsa, dört tarafına oturulsa dedim. 1'er metre dedim."</p> <p>"Tahmin. Yani tabi ki önce aslında dikdörtgen mi yapsam diye düşündüm. Ama tam emin olamadım. Çünkü mesela şuraya (mutfağın batı-doğu genişliği) 3 m deyince buradaki boşluk, buradaki boşluk, onlar falan (tezgahlar ile masa arasında kalan, ölçüleri verilmemiş olan dolaşım alanı)... O yüzden 1 metreye döndüm. Burası (tezgah derinliği) da 60 cm."</p> <p>"Çünkü tek. san. ile zaten hareket etmek zor. Hem biraz daha geniş olsun diye kareye çevirdim. Onu da 1 metre yaptım. Tabi şu an belki biraz daha daraltabilirdim diye düşünüyorum. Atıyorum, 80'e 80 belki..."</p> <p>O masa ile tezgah arasında kalacak boşluk için herhangi bir ölçü vermedin ama di mi?</p> <p>Evet, onu vermedim. Burada (S-3) da vermedim. Aslında önemli bir detay yani tek. sandalye için.."</p>	"Olduğu gibi bıraktım."	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	<p>"Bir mutfak nasıl olurdu düşündüm yani. İşte en çok tezgaha şeye falan ihtiyacı olduğunu düşündüm. O yüzden önce normal, direk basic yani dikdörtgen bir yer çizdim. İçine, iki duvarına falan böyle bir tezgah koyayım, ortası da masa olsun. Yani etrafından dolaşılabilirsin gibi düşündüm. Sonrasında ama o tezgah... Üst tarafa tezgah koyma konusunda biraz kararsız kaldım hani böyle engelli sandalyesi için dediğiniz için. O yüzden o üst tarafa (...dolap...) koymazsam bu tezgahın (...depolama alanı olarak...) az olacağını düşündüm. Çünkü (...depolama alanı...) direk yarıya inmiş oluyor. O üst kattaki şeyleri (dolapları) elediğimiz için. O yüzden biraz büyütme için bu şekilde bir şey yapayım dedim hani biraz daha genişletelim burayı, tezgahları koyduğumuz yerleri yani genişletelim diye düşündüm. O yüzden bu şekli verdim."</p> <p>"Bunun özel bir sebebi yok. İşte dediğim gibi 20 m²'ye sığdırmaya çalıştım. Sığdırmaya çalıştımdan kastım; yani bu şekilden dolayı tam hesaplayamadım alanını, o yüzden 3 metre gibi bir şey söyledim ama"</p> <p>"Hani 20 m²'yi aşmamaya çalıştım."</p>	<p>"Şöyle; normalde 1,5 m bir kenarı bu altıgen şeklinin. O da altıgende şurası da 1,5 metre olsa diye düşündüm. Oradan da kapıyı da ekleyince 2,5 metre oldu gibi... Oradan geliyor yani. Yani normalde şuradan aslında bir altıgen oluşturuyor şurası, gibi. Yani yarım altıgen..."</p> <p>"(Güney duvarının genişliği:) Ya bellidir de ben hesaplayamadım yani şuradaki işte altıgen şeyinden geliyordur. 3 metre mi oluyor emin değilim. O yüzden buralara eşittir işaretledim yani."</p>	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 28: Analysis of coded verbal reports of Participant-08

P-08	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (depth)	- idea of a standard measurement	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (height)	- idea of a standard measurement - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	- idea of a standard measurement - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Measurement, Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
base cabinet doors and drawers (width)	(Not proposed) (Not enough information)	- segmenting a volume (correlating scale/measurement with another volume)	Interaction, Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
door (width)	(Not proposed)	- idea of a standard measurement - wheelchair size	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
south window (width)	- ignoring/neglecting	- limited/aligned with irrelevant volume	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
south window (height from ground)	- ignoring/neglecting	- limited/aligned with irrelevant volume	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
window (height)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
ceiling (height)	- idea of a standard measurement	- idea of a standard measurement - subjective feeling of spaciousness	Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 28 (continued)

north window (width)	- limited/aligned with irrelevant volume	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
dishwasher (height)	(Not proposed)	- idea of a standard measurement	Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
dishwasher (width)	(Not proposed)	- idea of a standard measurement	Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
fridge (width)	- idea of a standard measurement	- idea of a standard measurement	
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
fridge (height)	(Not enough information)	- idea of a standard measurement	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
countertop (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
table (width)	- body size - limited/aligned with circulation area	(Not changed)	
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
kitchen floor measurements	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - spatial organization	(No new consideration)	
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	

Table 29: Analysis of verbal reports of Participant-09

P-09	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	<p>"Tekerlekli sandalyeyi ve bunu kılavuz çizgisi olarak kabul ettiğimde, hani durduğum yerden düşündüm ki burası 40 cm yüksekliğindedir dedim."</p> <p>"Benim oturduğum sandalyeden aşağıya 40 olarak düşünmüştüm. Ve burada da tekerlekli sandalyenin de yaklaşık böyle bir şey olacağını düşündüm; bu ilk çizimimi yaparken. Daha sonrasında göz hizası ya da elimi hani buraya getirdiğimde yaklaşık bir 60 cm ya da 70 cm'lik mesafem olduğunu düşündüm. Bunun tezgah yüksekliği olduğunu düşünerek 60 cm olarak belirledim. Çünkü tezgah derinliğine de ulaşmak için biraz alçak olması gerektiğini düşündüm. "... benim el-kol hizamda olması için 60 demiştim başta."</p> <p>"Sadece oturduğum sandalyeye o sırada baktım ve sanki burası 40 cm' miş gibi düşündüm. Sonra bu hizanın yani kolay kullanabileceğim hizanın da 60... daha doğrusu 70 gibi olduğunu düşündüm. Derinliğine ulaşabilmek için biraz daha düşürdüm onu 60 yaptım açıkçası. Ama yani bu ciddi hani tecrübe sahibi bir insanın şeyi değil yani."</p> <p>"Çünkü, ben sandalyeli birisi olarak mesela iyice yaklaşabilmek adına (...tezgahın altının...) boş olması gerektiğini düşündüm."</p>	<p>"Öncekinde 60 cm dediğim için 60 dedim. Aslında 90 cm imiş hani o deneyimlediğimiz şeyde. Çok yüksek geldi. Bunu düşünmem gerekiyordu. Sanal ortamdaki o şeyde dolap kapağına kadar, koluna kadar olacağını düşündüm ama o da 75 cm yükseklikte. Nedense bu benim kulağıma yine fazla geldi. Hani göz kararına açıkçası fazla geldi ve 60'a sadık kaldım"</p> <p>"(tezgah kalınlığı: 10-15 cm) Bunun sebebi şu; bu tezgahın altında şu an dolap ya da bir şey yok. Bunun da hani ayakta sağlam bir şekilde kalabilmesi lazım. Bu yüzden kalın bir malzeme olması gerektiğini düşündüm. Bu yüzden aslında fazla olduğu olan 10-15 cm dedim. Normalde bir tezgahın kalınlığının bu kadar olacağını pek sanmıyorum. En azından 15 cm'e ulaşmaz yani asla diye düşünüyorum. Ama şu an düşününce mesela 10-15 cm'den geri kalan mesafeyi hiç hesaplamadım, düşünmedim yani. 45-50 cm kalıyor. Bunu düşünmedim mesela ne kadar kalacağını."</p> <p>"VR sırasında şöyle sorguladım. 90'ın gerçekten verimsiz olduğunu fark ettiğimde yeniden tahmin etmeye çalıştım verimli olanı; ilk tahminimden bağımsız olarak. Ve 90'dan kısa, hani 90'dan düşük bir miktarda yükseklik hani tezgahın olması gerektiğini düşündüm. Dediğim gibi hani bu 60 için mesela çok emin değildim. Ama bir şekilde 90'dan kısa olsun, tekrar hayal etmeye çalışıyorum, tekrar gerçek ortamda göz kararı yapmaya çalışıyorum vesaire derken 60'a ulaştım tekrar."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	<p>"... çok derin olmaması gerektiğini ve –bazı ölü yerler oluyor mesela ben bunu köşeye yapardım bunun en uzak noktası iyice derin olacaktı. Bu yüzden bunu böyle hatta mekanın işte duvar da böyle oval olacak gibi, içi de böyle oval olacak gibi bu şekilde düşündüm ve bunun derinliğini hani gerçekten kısa tutmak için 40 cm olarak düşündüm."</p> <p>"En uzak noktasına 40 cm gibi küçük olduğunu düşündüğüm bir tezgah derinliği söyledim. Onun dışında, hayalimdeki şey aslında şöyle bir şeydi. Mesela bir tezgah, bir masa, benim sandalye ile böyle içine girebileceğim ve böyle biraz gövdemin hani yaklaşabileceği gibi bir şeydi. Ama bunlar dolaplarda olamaz. Çünkü dolabın içinde bir şeyler var."</p> <p>"Birincisinde şeydi; böyle yine elimi uzattım mesela masaya. 40 cm diye göz kararı bir karar verdim."</p>	<p>"40 cm. Onu da ilk dediğime sadık kaldım."</p> <p>"İkincisinde tezgahlara... Sanal turda tezgaha uzanmayı denedim. Ne kadar olabileceğini görmeye çalıştım. Oradaki mesafenin derinliğinin fazla olduğunu gördüm. Orada belirli bir rakama karar vermedim kesinlikle. Sadece yine bir kol, hani dirsekten ilerisi şu kadar falan olabileceğini hani elimi uzatarak böyle denemeye çalıştım. Ve hani 40 cm bana hala iyi bir rakam gibi geldi. Sonra bunu çizerken."</p> <p>"Bir de şöyleki mesela ben hani bu tasarımda da düşündüğüm şeydi; hani orayı yani diyelim ben en rahat ulaştığım şey 30 filansa benim orayı yine de 40 yapmam gerekir bence. Çünkü bir alana da ihtiyacım var vs. O yüzden her şeyi böyle çok kolay olsun gibi yapmadım."</p>	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 29 (continued)

countertop (thickness)	(No representation) (No measurement) (No information, possibly not considered)	"Bunun sebebi şu; bu tezgahın altında şu an dolap ya da bir şey yok. Bunun da hani ayakta sağlam bir şekilde kalabilmesi lazım. Bu yüzden kalın bir malzeme olması gerektiğini düşündüm. Bu yüzden aslında fazla olduğu olan 10-15 cm dedim. Normalde bir tezgahın kalınlığının bu kadar olacağını pek sanmıyorum. En azından 15 cm'e ulaşmaz yani asla diye düşünüyorum. Ama şu an düşününce mesela 10-15 cm'den geri kalan mesafeyi hiç hesaplamadım, düşünmedim yani. 45-50 cm kalıyor. Bunu düşünmedim mesela ne kadar kalacağını."
	NA	UNISTRUCURAL
shorter cabinets (height)	"...tekerlekli sandalyenin tekeri falan girsin diye bir ayak yüksekliği bıraktım." "Burada 20 cm bir yükseklik, ayak yüksekliği bıraktıktan sonra 70 cm'e kadar... ..burada 50 cm'lik bir dolap iç alanı var." "Ben bu dolapları tasarlarken hani farklı yüksekliklere ihtiyacım var. Kimi zaman ciddi yüksekliklere ihtiyacım var, hani 50 cm gibi mesela. 60 yapmamışım ama hani dediğim gibi tencere vesaire düşünerek... .. Bunun ilk aşamada neden 70'le başladığım... Yani 70 aslında düşününce gayet kolay bir yükseklik gibi geliyor. Ama ilk aşamada ne düşünceyle yaptım hatırlamıyorum." "70 cm'e uzanılır mesela. Burada 70 cm'in üstünü de kullanabilir hani şey olarak; tezgah... Tezgahın devamı değil aslında ama onun üstü ona belki bir alan sağlayacak mesela. Ama buraya uzanmasının... Yani buradaki yüksekliği verirken ben şey düşündüm hani ben bu şeyi biraz daha yükseltip hani artık üstüne uzanmasına gerek olmasa da ona bir alan daha, bir raf daha, bir göz daha kazandırabilirim diye düşündüm."	"Bir de şey; mesela normalde 20 cm'lik bir yüksekliği vardı dolapların, ama burada yapmamışım." "Onu da hani buraya geldiğimde artık unutmuşum göstermeyi. Ama bu benim asıl dolap fikrimde var."
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL
taller cabinets (height)	"Mesela burda dolapta da yükseklik farkı yapmaya çalışmıştım. Mesela burası 30 daha yüksek; 1 m ..." "Burda 20 cm bir yükseklik, ayak yüksekliği bıraktıktan sonra 70 cm'e kadar ya da 100. Mesela ben burada 50 cm'lik bir dolap iç alanı var. Burada mesela çeşit olması ve hani bazen mesela tencere vs gibi daha böyle hani yüksek noktasında işin olmayan ama yüksekliğe ihtiyacın olan şeyleri koyabilmesi için hani 1 m'ye kadar çıkabileceğimi düşündüm." "O an mesela şey düşündüm açıkçası. Ben bu dolapları tasarlarken hani farklı yüksekliklere ihtiyacım var. Kimi zaman ciddi yüksekliklere ihtiyacım var, hani 50 cm gibi mesela. 60 yapmamışım ama hani dediğim gibi tencere vesaire düşünerek... Hani büyük yüksekliklere de ihtiyacım var, küçük yüksekliklere de ihtiyacım var -bardak vs gibi- 20 cm'lik de kimi zaman bıraktım" "... bazen mesela dolabın içindeki şey, şuraya uzanması yetiyor. Hani buraya (dolabın üstüne) uzanmasına gerek olmuyor diye düşündüm. Çünkü burası 70'e geliyor. Ayak da var ya. Yani bu dolap mesela; ben bunu 100 yaptım ama benim asıl uzanmam gereken hiza burası." "(raf yüksekliklerinin) Farklı olması için mesela bir de irregular bir şekilde dağıttım. Hani bu hem böyle monotonluğu bozar. ... Tamamen hoş olması ve daha eğlenceli bir kullanım sağlayabilmesi için..."	"... her şeyi böyle çok kolay olsun gibi yapmadım. Mesela buradaki yüksek dolapların mantığı aslında. Hani sen onun belli bir kısmına uzanabilsen bile hani oradaki alana ihtiyacın var gibi düşündüm." "30 cm fazlası, yani 100 oluyor. Ama bu yerden yüksekliği bir de 20 cm'lik şeyi de var. Hani yerden şu da var. O dahil olmadan... Hayır o dahil 100." "Onun aynısı. Ya ben oradaki gerçekten hani dolap tasarımına ve plana da öyle mesela gerçekten iyi yaptığımı düşünerek burada tekrar yansıtmadım. Çünkü baya şeyi de korudum aslında. Sadece burada biraz ayrıntılandırdım. Ve hani farketmediğim birkaç noktayı eklemeye çalıştım. Onun dışında hani baya şeyi oradakiyle aynı tuttum." "Yeni bir şey düşünmedim. Hayır."
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL

Table 29 (continued)

cabinets (width)	<p>"Çünkü, ben sandalyeli birisi olarak mesela iyice yaklaşabilmek adına (...tezgahın altının...) boş olmasını gerektiğini düşündüm. Bu yüzden bu alanı (dolaplar için ayırdığı alan) uzun bıraktım ki çok dolabı koyabileyim diye."</p> <p>"Genişlikleri not etmedim. Ama orada dolap için baya bir genişlik kalıyor diye düşünerek oraya koydum."</p>	<p>"Yukarıda doaplar var, yanda dolaplar var... Şey düşündüm hani; benim mutfağında dolaplar yetersiz kalacak mı acaba diye düşündüm. Ama sonra, uzunluğu baya hani orada mesela 2.5, 2.30'du boyu. Ben de yaklaşık olarak 3.5-4 m var bir tarafta. Böyle olunca mesela şey düşündüm... 4 yok da 3.5 var heralde. Bir de şuraları da ekleyince yeni planda biraz daha artıyor ya mesela... hani şey düşündüm; baya bir alanım var. Ben buraya hala çeşit çeşit işte 20'ler, 30'lar, 50'ler; hani bu şekilde kullanabilirim dedim. Ama hani bunu şey olarak düşünmedim; ne uzunluklar yapmam gerektiğini, kaç tane 50 kaç tane 20 yapmam gerektiğini yeniden düşünmedim. Sadece yine bu şekilde, bu düşüncemin iyi olduğunu düşünerek burayı tekrar o şekilde bıraktım."</p>	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
entrance	<p>"Girişi aslında şöyle düşündüm. Şu alan ve bu alandan hariç diğerleri hepsi açık bir alan gibi de düşündüm aslında. ... Yani mesela girişin kapısını açıkçası belirlemedim. Ama şöyle bir sirkülasyon yaptım. Bu alanın şurasını ve şurasını açık gibi düşündüm."</p> <p>"Açık düşündüm evet, komple açık düşündüm. Şurası ve şurasını. Ama mesela bu alan şuraya kadar daraltılsa ya da buraya kadar daraltılsa da hani yine sirkülasyon hani içinde bu şekilde, dışarıda şu taraftan bir yerden çıkabileceğini düşündüm."</p> <p>"Duvar var olarak düşünmüştüm. Yani şöyleki ben birinci kısımda da hani sirkülasyonu düşündüm. Bu iki tarafı kapatıp hani burada aslında giriş için hani herhangi bir yerden olur diye düşündüm. Yani hani ben orada açık olmasını da tasarlamadım. Ama açık da olabilir aslında hani o. Onu tasarlamadım."</p>	<p>"Yani buradan sonra burasını da pencere ve camla kapladığım için artık bu diğer yaşam alanlarına açılıyor yani bu alan. Ama ben burada işte kapıyı belirlemedim de, sadece bu taraftan bir giriş var diye düşündüm. O tarafta, tam olarak da belirlemedim."</p> <p>"Kapının yerini belirlemedim açıkçası. Çünkü ben açık olmasını tasarlamadım. Sadece buradan bir yerden hani bir approach tarzda hani bir şey hayal ettim."</p> <p>"Duvar var olarak düşünmüştüm. Yani şöyleki ben birinci kısımda da hani sirkülasyonu düşündüm. Bu iki tarafı kapatıp hani burada aslında giriş için hani herhangi bir yerden olur diye düşündüm. Yani hani ben orada açık olmasını da tasarlamadım. Ama açık da olabilir aslında hani o. Onu tasarlamadım."</p>	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
ceiling (height)	<p>"En son 3 yazdım. 3 yazmamın sebebi şey hani bunu normal her zaman içinde bulunduğumuz dairelerde, odalarda ne kadar oluyor odanın yüksekliği diye düşündüm. 2.80 hani böyle optimum bir değer falan diye duymuşluğum vardı. 2.80'i önce yazdım. Sonra da 2.80'i hayal ettim ve çok beğenmedim."</p> <p>"Çünkü en son bir maket tasarlayacağım da ve odanın yüksekliğine karar vermem gerektiğinde bilmiyordum. Ve nedense internete yazmadan cetvelleri uç uca koyup falan ölçmeye çalıştığım da düşük gelmişti gözüme ve 3 yapmıştım. O yüzden hani şey düşündüm; 2.80 belki de hani daha yüksekliği düşük olan odalardaki bir ölçüdür. Ferah bir oda için, hani belki de daha yüksekliği zaten yapıyor diye düşünerek. Hani bu duyduğum şeyi de <i>ignore</i> ederek, yani doğru bulmayarak 3 yazdım."</p>	<p>"Şimdi, o arada VR'daki mutfaktaki yüksekliğin 2.80 olduğunu öğrendim. Şimdi bu bana yeniden düşünmeyi mecbur kıldı. Çünkü artık hani 2.80 mi yapsam diye bir fikir vardı artık. Ama sonra yapmadım. Çünkü oradaki mutfak çok şey bir mutfak değildi; rahat hissettiren bir mutfak değildi. Bunu değiştirebileceğimi düşündüm. Ve ben başta da 3 olmasını isterken, dediğim gibi daha öncesinde o yüksekliği deneyimlemiştim dediğim gibi uzun cetvellerle ölçtüğümde mesela. 3'ü mesela rahat görmüştüm. Bu fikri hala savundum kafamda ve bu şekilde 3 olması gerektiğini düşündüm."</p>	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 29 (continued)

south window (height)	<i>(Not proposed)</i>	<p>"Buraya artık pencere bir cephe koymuştum. Çünkü ben açıkçası pencere işini çok düşünmüyorum. ... Ben bu cepheyi hani şu anda şeye ayırdım; açıklık olmasına. Hani bu cephe, orayı çok aydınlık güzel bir mekan haline getirsin istedim."</p> <p>"... bol aydınlıkta böyle mesela dışarıda manzara falan güzelse hani orada güzel bir ortam sağlamak adına bütün cepheyi pencere olarak bırakacaktım. ...Cam olarak daha doğrusu... Ama tabiki de bütün cephe çok fazla olacaktı. Çünkü 3 m yükseklik vermiştim. 4.60 genişliği var, hani bura 40 gidince 4.60. Çok geniş ve büyük bir alan. Buna işte yandan atıyorum buradan hani 10 cm olur 20 cm olur, buradan da öyle olur (camın etrafında bırakılacak alandan bahsediyor). Bu miktar atıyorum belki 40 cm'e kadar daha azalır. Yukarıdan da mesela belki bir 70-80 cm'lik böyle bir şey hani kalın duvar filan... 70-80 olarak düşündüm. ... Belki şuraları da hani 10-20 diye, 20 diye yazabiliriz mesela yaklaşık öyle bir şey yapabiliriz çünkü ben bunu şey olarak düşünmedim. Ben bu çerçevede görünüm olarak böyle bir şey hayal ettim."</p> <p>"... sadece hayal ettiğimde mesela o cepheyi ben full camdan bir cephe yapacaksam mesela; yukarıdan genelde öyle bir şey olur, öyle bir kalınlık olur diye düşündüm. Bu nereden geldi bilmiyorum. Ama heralde alıştığım görüntülerden, mesela her pencere üstünde belki o kadar bir mesafe gördüm. Pencere boylu boyunca değildi belki gördüklerim. Böyle bir şeyin hem yapısal olarak gerekli olduğunu da hissettim mesela. Sonuçta o cephe full cam olamaz. Çünkü onun bir kenarda bir betondan ya da normal duvar yapısında bir şeylere ihtiyacı var. Yukarıdakine fazla vermiş olmamın sebebi, açıklaması yok ama hani o benim gözümün meğer önüne öyle bir şey gelmiş. Alışmışım belki de."</p> <p>"Benzerlik kurdum ve oraya beton bir parça devam etti yani. Aslında o parça değil, aslında parça olan cam. Camın boyunu kısa tuttum. Ki zaten 3 m'nin cam için fazla olacağını hissettim. Çünkü hem cepheyi full yandan genişliği olarak full kaplayıp hem de boydan kaplarsa aslında tamamen cam bir şey olsun istemedim. O hala ekstra bir pencere parçası olması adına böyle bir şey. Daha şey tutuyordu onu; abartılmamış tutuyordu. Burası böyle ev ortamını devam ettiriyordu ve o şekilde düşündüm."</p>	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 29 (continued)

south window (width)	<i>(Not proposed)</i>	<p>"Buraya artık pencere bir cephe koymuştum. Çünkü ben açıkçası pencere işini çok düşünmüyorum. ... Ben bu cepheyi hani şu anda şeye ayırdım; açıklık olmasına. Hani bu cephe, orayı çok aydınlık güzel bir mekan haline getirsin istedim."</p> <p>"... bol aydınlıkta böyle mesela dışarıda manzara falan güzelse hani orada güzel bir ortam sağlamak adına bütün cepheyi pencere olarak bırakacaktım. ...Cam olarak daha doğrusu... Ama tabiki de bütün cephe çok fazla olacaktı. Çünkü 3 m yükseklik vermişim. 4.60 genişliği var, hani bura 40 gidince 4.60. Çok geniş ve büyük bir alan. Buna işte yandan atıyorum buradan hani 10 cm olur 20 cm olur, buradan da öyle olur (camın etrafında bırakılacak alandan bahsediyor). Bu miktar atıyorum belki 40 cm'e kadar daha azalır. Yukarıdan da mesela belki bir 70-80 cm'lik böyle bir şey hani kalın duvar filan... 70-80 olarak düşündüm. ... Belki şuraları da hani 10-20 diye, 20 diye yazabiliriz mesela yaklaşık öyle bir şey yapabiliriz çünkü ben bunu şey olarak düşünmedim. Ben bu çerçevede görünüm olarak böyle bir şey hayal ettim."</p> <p>"... sadece hayal ettiğimde mesela o cepheyi ben full camdan bir cephe yapacaksam mesela; yukarıdan genelde öyle bir şey olur, öyle bir kalınlık olur diye düşündüm. Bu nereden geldi bilmiyorum. Ama heralde alıştığım görüntülerden, mesela her pencere üstünde belki o kadar bir mesafe gördüm. Pencere boylu boyunca değildi belki gördüklerim. Böyle bir şeyin hem yapısal olarak gerekli olduğunu da hissettim mesela. Sonuçta o cephe full cam olamaz. Çünkü onun bir kenarda bir betondan ya da normal duvar yapısında bir şeylere ihtiyacı var. Yukarıdakine fazla vermiş olmamın sebebi, açıklaması yok ama hani o benim gözümün meğer önüne öyle bir şey gelmiş. Alışmışım belki de."</p> <p>"Benzerlik kurdum ve oraya beton bir parça devam etti yani. Aslında o parça değil, aslında parça olan cam. Camın boyunu kısa tuttum. Ki zaten 3 m'nin cam için fazla olacağını hissettim. Çünkü hem cepheyi full yandan genişliği olarak full kaplayıp hem de boydan kaplarsa aslında tamamen cam bir şey olsun istemedim. O hala ekstra bir pencere parçası olması adına böyle bir şey. Daha şey tutuyordu onu; abartılmamış tutuyordu. Burası böyle ev ortamını devam ettiriyordu ve o şekilde düşündüm."</p>	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 29 (continued)

opening part of south window (height from grnd.)	(Not proposed)	<p>"Açılma şeysi burada, alt ucunda. Bunun uzanılma range'inde olması lazım diye düşündüm. Ben şimdiye kadar hep 60-70 diye düşünmüştüm. Burada hani bundan biraz daha fazla yapmam gerektiğini, çünkü pencere açarken biraz daha uzanılması gerektiğini düşündüm. Hani 75 olmasını, 75'i hayal etmedim. Ama diğerlerini biraz artırmaya çalıştım."</p> <p>"Yani 75 cm'in verimli, optimum olacağını düşünerek 75 demedim. Sadece demek istediğim şu, hani tezgah 60 ya; biraz daha yüksek olsun. Hani bu da 70 mesela. Hani onlardan biraz daha yüksek olsun derken 75'e karar verdim."</p> <p>"Çünkü tezgah her zaman böyle elimizde... Zaten yapmaya çalıştığım şey oydu mesela; iyice yaklaşip.. mesela önünde hani kucak gibi hani, şurada yani olan aktiviteler... Ama pencere öyle değil. Pencereye hani uzanılır olması gerektiğini düşündüm. Çünkü pencereye... Her zaman pencere açmak için bir rahatsız oluruz mesela. Yerimizden kalkmamız gerekir. Uzanmamız gerekir. Bu şekilde biraz... zaten hala uzanma mesafesi ve hala küçük bir mesafe aslında 5-15 cm artırmışım. Ama hani o kadar da kolay açılıp kapanma şeyinde olmasını istemedim. Bir de mesela ben burada pencere koyarken de üstte koydum. Burada da biraz yüksek olmasını... hani sağlayamamış olabilirim mesela 75 ile yeterince yüksek olmasını. Onu bilmiyorum ama. Yüksek olması fikri şeydi yani. Pencere hani alçaktayken değil de daha çok yüksekteyken verimli gibi."</p> <p>"Alttaki açılıyor da üstteki kapalı olsa mesela. O hiç gözüme hoş görünmedi. Çünkü fonksiyonu sanki üstteyken gerçekleşiyor gibi. Kullanım anlamında değil. Uzanım anlamında daha zorlaşıyor mesela. Burdan çekip buraya getiriyor büyük bir mekanizma falan hani daha zorlaşıyor ama.. Pencerenin fonksiyonu hava aldirmek diye düşünürsek... Bir de aslında 4 tane pencerem var. Tüm şey cam olsa bile 4 tane pencere çok fazla bir rakam da değil. Bunların verimli çalışması lazım bir şekilde. O yüzden de yukarıda olmasını istedim."</p>	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
opening part of south window (height)	(Not proposed)	<p>"...kolay bir sayı yine uydurmaya çalıştım. Ve bu desen olarak mesela, şu çizgileri çizerken mesela ben bu 9 çizgiyi; ya dediğim gibi monotonluktan kaçan, burayı 3 eşit parçaya bölmeyen, ama böyle hani şey yapan bir şekilde... hani hoş bir desen oluşturabilecek bir şey olsun diye böyle yapmıştım. Sonrasında bu 75'ten sonra buraya da 50 verdim. Geriye kaç kaldığını hiç hesaplamadım, bilmiyorum."</p> <p>"Şöyleki, burada da biraz hayal ettim hangisini kullanmak daha kolay oluru. Mesela 75 olsa... yani 75 düşünmedim ama ben 50 diye niye düşündüm? Ben aslında kocaman bir şeyde küçük, hani üç tane sadece, yani nispeten küçük, bu parçaya göre küçük parçalarını açılır yapmak istemişim. Ama dediğim gibi fonksiyon anlamında da yeterli büyüklüğü vermeye çalıştım. O ayrı bir mevzu olarak..."</p> <p>"Onun dışında mesela atıyorum, 70-80 gibi rakamların kullanımı zor gibi geliyor. Zaten aşağıdan yukarı doğru uzanıp kullanacağın şey mesela çok ağır olmaması lazım. Böyle daha hafif, kolay parçalar yapmaya çalıştım. Genel olarak da öyle yapmaya çalıştım zaten."</p>	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 29 (continued)

sink (depth)	"Yani bunların normal boyutlarını tahmin etmedim. Ama yeniden de tasarlamadım."	<i>(Not changed)</i>	Interaction, Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
sink (width)	"Yani bunların normal boyutlarını tahmin etmedim. Ama yeniden de tasarlamadım."	<i>(Not changed)</i>	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
cooktop (depth)	"Yani bunların normal boyutlarını tahmin etmedim. Ama yeniden de tasarlamadım. Hani normal bir ocak olarak düşündüm."	"Ocak çizmemişim. Ocak unutmuşum."	
	UNISTRUCURAL	NA	
cooktop (width)	"Yani bunların normal boyutlarını tahmin etmedim. Ama yeniden de tasarlamadım. Hani normal bir ocak olarak düşündüm."	"Ocak çizmemişim. Ocak unutmuşum."	
	UNISTRUCURAL	NA	
table (width)	"Çünkü ben artık kendime şu kadar bir alan sağlamıştım -ve bu alan da hani 40 cm ileride olduğu için 4.60' a 3.60 gibi büyük bir alan- hani bu araya bu ovalliğe benzer, yine kolay kullanılabilir etrafından dolaşılabilir bir yemek masası hani..." "O biraz hızlı bir karardı. Çok hayal etmeden verdim o kararı. Hani yaklaşık olarak... Yani bu da aslında düzgün bir şekil ve şey düşünecektim hani 2x2 diye versem ne kadar bir alan kalıyor... Aslında bunun şu an tam bilincinde değilim açıkçası." "O da çok hızlı ve şey bir karardı, biraz rasgele bir karardı. Göz kararı hani..."	<i>(Not proposed)</i>	
	UNISTRUCURAL	NA	
kitchen floor measurements	"Ya 20 m2'yi elde etmek için birbirine yakın sayılar koymam gerektiğini düşündüm. Çünkü mesela, diyelim daha uzun ince bir mekanda olsaydım bir yere gitmesi dönmesi zorlayacaktı. Gerçekten dönüş alanına ihtiyacı vardır diye düşünüyorum bunu kullanan kişinin. Dönüş alanına ihtiyacı olacağını düşündüm. Mesela büyük bir sirkülasyon alanı koyup bunu böyle etrafına yayabilmek için böyle yakın sayılar seçtim. 5 ve 4 kolay sayılar olduğu için de 5 ve 4, 20 yi kolay çarpım için..." "Çünkü, ben sandalyeli birisi olarak mesela iyice yaklaşabilmek adına boş olması gerektiğini düşündüm. Bu yüzden bu alanı uzun bıraktım ki çok dolabı koyabileyim diye."	<i>(Not changed)</i>	
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	

Table 30: Analysis of coded verbal reports of Participant-09

P-09	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (assigning an additional function)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (assigning an additional function)	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - intrinsic function of the object	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (thickness)	(No representation) (No measurement) (No information, possibly not considered)	- structural assumption	
	NA	UNISTRUCTURAL	
shorter cabinets (height)	- wheelchair size - intrinsic function of the object	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
taller cabinets (height)	- wheelchair size - intrinsic function of the object	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
cabinets (width)	- ignoring/neglecting	- ignoring/neglecting	Measurement, Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
entrance	- ignoring/neglecting	- ignoring/neglecting	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
ceiling (height)	- idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life) - subjective feeling of spaciousness	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.)	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
south window (height)	(Not proposed)	- subjective feeling of spaciousness (and intrinsic function of the object) - recalling an example from daily life - structural assumption	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
south window (width)	(Not proposed)	- subjective feeling of spaciousness (and intrinsic function of the object) - recalling an example from daily life - structural assumption	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 30 (continued)

opening part of south window (height from gnd.)	(Not proposed)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - intrinsic function of the object	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCURAL	
opening part of south window (height)	(Not proposed)	- intrinsic function of the object - activity/movement involved in a use case	Observation
	NA	MULTISTRUCURAL	
sink (depth)	- idea of a standard measurement	(Not changed)	Interaction, Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
sink (width)	- idea of a standard measurement	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
cooktop (depth)	- idea of a standard measurement	(Not proposed) (Participant reports that she forgot to propose this object.)	
	UNISTRUCURAL	NA	
cooktop (width)	- idea of a standard measurement	(Not proposed) (Participant reports that she forgot to propose this object.)	
	UNISTRUCURAL	NA	
table (width)	- limited/aligned with circulation area	(Not proposed)	
	UNISTRUCURAL	NA	
kitchen floor measurements	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - spatial organization	(Not changed)	
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	

Table 31: Analysis of verbal reports of Participant-10

P-10	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
cooktop (height)	<p>"Sonra da dedimki; ocak da çekmeceli bir şekilde olsun; üstüne çekebilirsin. Çünkü sonuçta kalkıp arkadaki şeyi karıştırmayacağı için çekerek onun altına girebilirsin diye düşündüm. O yüzden onu da dolabın içine koydum."</p> <p>"Yerden 60 cm yükseklikte ocağın direk kendisi var. ... Elim kolumun hizasında kaldırdım. ... 60 cm olduğunu düşündüm heralde. Yani elimle şöyle ölçtüm. Dedimki, bu gönyeler var ya. 30 cm'lik gönyenin ne kadar olduğunu hatırladım. Sonra da onun iki katmış gibi geldi bu uzunluk. Sonra da bir de şey diye düşündüm. Bunun içinden ocak çıkacak. Ama aynı zamanda o kapandığı zaman tezgahın üstünü de kullanabilmesi gerekiyor diye düşündüm, ya da yanındaki. O yüzden çok da yüksekte olmamalı ocak dedim. Yani, hani şöyle bir range varmış gibi sanki. Kolumu kaldırdığımda aşağı indirdiğim ve yukarı kaldırdığım bir range'i varmış gibi sanki şeyin, tekerlekli sandalyeli birinin. O yüzden hem tezgahın da üstünü kullanabilirsin, ama ocağı da kullanabilirsin diye şey dedim yani; çok da yüksekte olmasın çünkü tezgah da ondan 10 cm yüksekte olsun. O da 70 cm olsun diye düşündüğüm için, onu da 60 cm'e koydum."</p> <p>(As she reports in fifth session: "... ilk başta şey diye düşünmüştüm; Sadece alttaki tekerlekler girebilirsin diye şu kadar bir alan bıraksam yeter diye düşünmüştüm. Ama sonra şeyi fark ettim yani tüm vücudunun girmesi gerekiyor altına.")</p>	<p>"Sürgülü. ... Yani bunun üstünde yine tezgah var. Ocak açılıyor. ... altı boş."</p> <p>"Sanal gerçeklikteyken şey diye sordum; "yükseklik ne kadar" diye sordum. 60 cm'miş tekerleğin yüksekliği. Ben de şey diye düşündüm; "kolumun..." Ha bir de şey tezgahın 90 cm olduğunu öğrendim. Oradan oranladım. Dedimki herhalde şu (tekerlekli sandalyenin) kollarının olduğu yer, yani benim karnımın, göğüs hizamın geleceği yer oturduğum zaman."</p> <p>"Benim göğüs hizamın olduğu yer yani, oturduğum yer değil de göğüs hizamın olduğu yer 70 cm'dir. O yüzden ben bu ocağı üstüme çekebilirim diye düşündüm. Altına girebilirim diye düşündüm. Aynı zamanda tezgahın da altına girebilirim diye düşündüm."</p> <p>"... ilk başta şey diye düşünmüştüm; Sadece alttaki tekerlekler girebilirsin diye şu kadar bir alan bıraksam yeter diye düşünmüştüm. Ama sonra şeyi fark ettim yani tüm vücudunun girmesi gerekiyor altına."</p> <p>"Yatakta yatınca kahvaltı için tepsi alırız ya kucağımıza. Onun gibi üstüne çekebilirsin ocağı. Öyle yapabilirsin, istediği yere hareket edebilirsin diye..."</p> <p>"(VR'da) ... <i>vertical</i> duran bir yüzeye direk birebir yaklaşamayacağını, birebir yapışamayacağını fark ettim tekerlekli sandalyeli birinin. O yüzden, ona göre, ona uygun olarak; lavabonun, ocağın vesaire altına boş bırakmam gerektiğini fark ettim. Bunun önemi oldu baya bir."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
cooktop (width)	<p>"İşte 1 m aslında. 1 m x 1 m yani. O sırada şey dedim çünkü; bu dolabın tamamı 2 m olsun, 1 m x 1 m olsundu. Ama benim kafamdaki 1 m çok büyük bir 1 m. Yani ben 1 m deyince şöyle bir şey düşünüyorum (eleriyle bir uzunluk gösteriyor) ama bu galiba 1 m değil. ... Bu galiba 60 cm falan. Yani aslında düşündüğüm şey 60 cm'di yani. Ama yazınca 1 m yazıyorum işte."</p>	<p>"Vermediğim bile bir karar yani. 1 m x 1 m oluverdi birden kendiliğinden. ... Hiç düşünmedim. ... Yani aralarında 2 m olması gerekiyor diye düşündüm, en az. ... ocak ile çekmecenin -dolabın- arasında. O yüzden de geriye zaten birer metre kalıyordu. 1 m, 1m."</p> <p>"O araya girip rahatça dönebilirsin diye. ... Bir de yani mesela arkaya dönüp dolaptan bir şey alıp ocağa tekrar dönebildiğinde yeterli mesafesi olsun diye dönebilmek için, o manevra için."</p> <p>"(VR'da) ...dolaplarla dolaplara ya da ocağa, herhangi bir şeye, bir surface'a düz olan, yatayda böyle -ne bu vertical di mi?- vertical duran bir yüzeye direk birebir yaklaşamayacağını, birebir yapışamayacağını fark ettim tekerlekli sandalyeli birinin. O yüzden, ona göre, ona uygun olarak; lavabonun, ocağın vesaire altına boş bırakmam gerektiğini fark ettim. Bunun önemi oldu baya bir. Bir de her şeyin... Şöyle bir şeye karar verdim yani. Elime bir şey alıp, sonra onu bir yere taşıırken onu kucağıma koyup da sonra tekerlekleri çevireceğimi falan filan düşünerek; bir noktada durup her şey aynı anda uzanabilmesi gerektiğini düşündüm. Ama bunu aslında pek fazla yapmadım yani. Sadece şeyde yaptım; ocakla dolapların arasına 2 m'yi koyarak; arkasını dönerek hemen onu oradan</p>	Measurement, Interaction, Experience of navigating on wheelchair, Observation

Table 31 (continued)

cooktop (width) (cont'd)		alıp tekrar oraya koyabileceği, ya da çekmeceleri açtığı zaman –şöyle göstereyim-; buradaki çekmeceyi açtığı anda burada da ocağı açtığı zaman onların ikisinin yanyana bir şey oluşturduğunu, tek bir plane oluşturması için kolay olduğunu düşündüm."	
	UNISTRUCURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	<i>(Given measurement: 70 cm)</i> "Üstünde bir şeyler yapabilsin diye." "Önümdeki masanın ne kadar yüksek olduğunu düşündüm. Sonra da yazdım. Önümdeki masa çünkü gayet ideal bir masaydı, yükseklik olarak ... Tahmin ettim."	"Ama maksimum yüksekliğinin 90 cm olması gerektiğini düşündüm. Çünkü tezgahlar 90 cm'di. 90 cm'den daha fazla olunca da yani zor oluyordu VR'da –sanal gerçeklikte-."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
drawer (horizontal depth)	<i>(No representation) (No measurement)</i> "İki tarafa da açılıyor işte. ... Yani şöyle köşeli bir çekmece. Buradan çekince buraya açılıyor, buradan çekince buraya açılıyor. Bilmemki yani, beni ilgilendirmez bunu kim tasarlayacaksa o tasarlasın. Raylı bir sistem var altında." "Bu dolaptaki çekmecelerin iki tarafa doğru da açılabilirdiğini düşündüm. O yüzden zaten iki tarafını da kullanabilsin diye -yani böyle aslında kaydırmalı bir şekilde açabilsin diye- 1 m olup olmasının bir önemi olmadı. Çünkü derinliği ne kadar olursa olsun, elini onun içine uzatabilecek ya da uzatamayacak olmasının bir önemi olmayacaktı. Çünkü zaten üstüne doğru çekebilecekti çekmeceyi. Böylece hemen yani 1 m uzakta olan şey aslında hemen yanında olabilecekti yani diye düşündüğüm için."	"... aralarında 2 m olması gerekiyor diye düşündüm, en az. ... ocak ile çekmecenin -dolabın- arasında. O yüzden de geriye zaten birer metre kalıyordu. 1 m, 1m." "O araya girip rahatça dönebilsin diye. ... Bir de yani mesela arkaya dönüp dolaptan bir şey alıp ocağa tekrar dönebildiğinde yeterli mesafesi olsun diye dönebilmek için, o manevra için." "(VR'da) ...dolaplarla dolaplara ya da ocağa, herhangi bir şeye, bir surface'a düz olan, yatayda böyle –ne bu vertical di mi?- vertical duran bir yüzeye direk birebir yaklaşamayacağını, birebir yapışamayacağını fark ettim tekerlekli sandalyeli birinin. O yüzden, ona göre, ona uygun olarak; lavabonun, ocağın vesaire altını boş bırakmam gerektiğini fark ettim. Bunun önemi oldu baya bir. Bir de her şeyin... Şöyle bir şeye karar verdim yani. Elime bir şey alıp, sonra onu bir yere taşıırken onu kucağıma koyup da sonra tekerlekleri çevireceğimi falan filan düşünerek; bir noktada durup her şeye aynı anda uzanabilmesi gerektiğini düşündüm. Ama bunu aslında pek fazla yapmadım yani. Sadece şeyde yaptım; ocakla dolapların arasında 2 m'yi koyarak; arkasını dönerek hemen onu oradan alıp tekrar oraya koyabileceği, ya da çekmeceleri açtığı zaman –şöyle göstereyim-; buradaki çekmeceyi açtığı anda burada da ocağı açtığı zaman onların ikisinin yanyana bir şey oluşturduğunu, tek bir plane oluşturması için kolay olduğunu düşündüm." "İşte ocağa verdiğim kararın aynı şekilde. Yani her şeyin birbirine eşit olması gerekiyor bir şekilde. "	Measurement, Interaction, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCURAL	RELATIONAL	
drawer (height from ground)	<i>(No representation) (No measurement)</i> <i>(Mentioned during the interview. Not enough information)</i>	"Elimi aşağı indirdiğimde hani 30 cm olduğunu söylemiştim ya; yerden yüksekliği 30 cm. O yüzden maksimum en aşağıda uzanması gereken en az yerin –en alçak yerin- 30 cm olduğunu düşündüm."	Observation
	NA	MULTISTRUCURAL	
drawer (vertical depth)	<i>(No representation) (No measurement)</i> <i>(Mentioned during the interview. Not enough information)</i>	"... 30 cm olmasının sebebini işte yeterince tabak falan koyabilsin içine diye."	Observation
	NA	UNISTRUCURAL	

Table 31 (continued)

sink (width)	(<i>Not proposed</i>) "... ayaklı lavabo olur diye düşündüm; tekerlekli sandalye ile altına girebilmemiz için." "Bu arada ben lavabo düşünmedim ilk başta. Buraya masa koydum bir tane. ... Orası lavabo olabilir diye sonradan düşündüğüm için öyle söyledim başta."	"Sonra lavaboyu unuttuğumu fark ettim. Bir lavabo koydum." "VR'da gittiğimde, şey olduğunda, önümde kocaman bir lavabo olunca "aa lavabo koymadım" diye düşündüm." "Daha geniş oldu. Normalde bir lavabo daha dardır diye düşündüm. Sonra daha dar yazacaktım. Hatta oraya 80 cm yazdım galiba ya da 60 cm yazdım. Ama sonradan şey dedim. Hem VR'da gördüğüm lavabo bu şeydi; metal evyelerden olanlar var ya, yanında birşeyler kurutmak için falan olanlardan. Öyle bir şey olabilir üstüne diye düşündüm. Öyle çizmedim ama öyle bir şey olabilir üstüne diye düşündüm. O zaman daha geniş olur, 1 m olur diye düşündüm."	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
sink (height from ground)	(<i>Not proposed</i>) "... ayaklı lavabo olur diye düşündüm; tekerlekli sandalye ile altına girebilmemiz için." "Bu arada ben lavabo düşünmedim ilk başta. Buraya masa koydum bir tane. ... Orası lavabo olabilir diye sonradan düşündüğüm için öyle söyledim başta."	"Önce 60 yazdım. Sonra dedimki "hayır, tekerleğin yüksekliği 60". Kolluklar, yani kolu koyduğu yer içine giremez. O zaman altına giremez lavabonun diye düşündüm. Sonra onu 70'e çıkarttım. Sonra, 70 olunca da çok zor olur, çok fazla olur diye düşündüğüm için; bu sefer de 65'e indirdim." "Girebilmesi için tekerlekli sandalyenin. ...Amacı oydu zaten; altına girebilmesi için. Tek olayım o şu anda. Çünkü onu yapmadığımı öğrenince üzülüm, sanal gerçeklikte. Sonra <i>structural</i> olarak bunu buraya bağladım. Sonra "saçmalama" deyip sildim." "... <i>vertical</i> duran bir yüzeye direk birebir yaklaşamayacağını, birebir yapışamayacağını fark ettim tekerlekli sandalyeli birinin. O yüzden, ona göre, ona uygun olarak; lavabonun, ocağın vesaire altını boş bırakmam gerektiğini fark ettim. Bunun önemi oldu baya bir."	Interaction, Observation
	NA	RELATIONAL	
table (depth)	"O masanın moynutları dolapla aynı; 2 m x 1 m. ... aynı olsun diye."	(<i>Not proposed</i>)	
	UNISTRUCTURAL	NA	
table (width)	"O masanın moynutları dolapla aynı; 2 m x 1 m. ... aynı olsun diye."	(<i>Not proposed</i>)	
	UNISTRUCTURAL	NA	
table (height)	"O masa. Bir de aynı zamanda tezgah olarak da kullansın; bir şeyleri kesmek için falan." "Düşünmedim onu." "(Dolap yüksekliği:) Üstünde bir şeyler yapabilsin diye. O yüzden yani masayı düşünseydim; onu da 70 cm diye düşünürdüm." "Önümdeki masanın ne kadar yüksek olduğunu düşündüm. Sonra da yazdım. Önümdeki masa çünkü gayet ideal bir masaydı, yükseklik olarak. ... Tahmin ettim."	(<i>Not proposed</i>)	
	MULTISTRUCTURAL	NA	

Table 31 (continued)

narrow window (width)	"Ona dair bir şey düşünmedim ama, yani herhangi bir kapının genişliğidir diye düşündüm. O sırada da oturduğum odada bir tane kapı vardı. O kapının genişliği de 90 cm'di daha önceden bildiğim için. O yüzden 90 cm." "Yani hem görsel olarak, hem de aslında kullanım olarak. Odayı havalandırabilmesi gerekiyor. Çünkü ben diğer pencereyi havalandırma penceresi olarak düşünmedim. Açılıp ya da kapanabilen bir şey diye düşünmedim." "Orası da odanın içerisindeki tek pencere olduğu için çok dar bir pencere olmaması gerekir diye düşündüm. Ama çok geniş bir şey olursa da şey yapması, hakim olması zor olurmuş gibi geldi, bilemedim yani."	"2 metre yapmışım. ... Araya (lavabo ve ocak arası) girebilmesi için yine. ... Yani tekerlekli sandalyenin önünde hareket edebilmesi için ve o hareket ettiği yerde ferah hissedebilmesi için, hava alabilmesi için." "Burada lavaboyu koydum önce." "... burada zaten 2 m'yi belirlemiştim o manevra için 2 m olması gerekiyor minimum diye düşünmüştüm. Sonra aynı şeyi buraya yansıttım."	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
narrow window (height)	"... o da 1,5 m falan. 1,5 m'ye kadar gidiyor." "Hem göz hizasının birazcık yüksekinde olsun diye, hem de şey diye; işte, açarken ya da kapatırken zorlanmasın diye kullanacak olan kişi. Çünkü 1,5 m diye düşünmemin sebebi; ben o sırada sandalyede otururken gözümün ne kadar yükseklikte olduğunu düşündüm. O da işte 1 m falandır heralde dedim. 1,5 m de işte ondan biraz daha yüksekte olduğu için."	"Boyutuna karar vermedim. Dedimki; üstünde de bir pencere olsun. O açılan bir pencere olmasın, sabit bir pencere olsun. Ama onun altında açılan bir pencere olsun. O pencere de, o da 60 cm falan olsun dedim. ... Yani ya da işte 1 m. Bilmiyorum işte fark etmez. 1 m olsun."	Observation
	MULTISTRUCTURAL	NA	
narrow window (height from ground)	"Ocağın yanında da bir pencere olmalı ve bu pencere de tekerlekli sandalyede oturan hizada açılan bir pencere olmalı ki havalandırma yapabilsin diye." "Onun yüksekliği diğerinden daha alçakta başlıyor, açabilmesi için yemeğini yaparken. Bu baya şey için artık; havalandırma için yani balık yapmıştır vesaire gibi bir şekilde. Onun yüksekliğini tam olarak düşünmedim de şey diye düşündüm yani; ocağın yüksekliği ile aynı yükseklikte kulbu olsun diye düşündüm, yani onun bittiği yerde. O da 70 cm oluyor işte. Ve altından açılıp, o da sürgülü bir şekilde olabilir falan diye düşündüm."	"Yerden yüksekliği 60 cm." "Çünkü ocak 70 cm'den başlıyor. Pencerenin de onun biraz aşağısında olması gerekiyor ki gaz kaçağı falan olursa hani çıksın diye düşündüm." "... 60 cm'in de en az olduğu yer olsun diye düşündüm zaten. Yani altına da uzanabilsin diye."	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
narrow window handle (height)	"... ocağın yüksekliği ile aynı yükseklikte kulbu olsun diye düşündüm, yani onun bittiği yerde. O da 70 cm oluyor işte. Ve altından açılıp, o da sürgülü bir şekilde olabilir falan diye düşündüm."	"... kulbunun 60 cm'den değil de daha yüksekte olması gerektiğini düşündüm. Çünkü zaten tekerleğim 60 cm'miş. Bu arada tekerleğin 60 cm olması çok işime yaradı. Ona göre yaptım her şeyi yani tüm planlamaları. Tekerlek 60 cm ise eğer onun hizasına bir şeye uzanmaktansa kolumun yere paralel olduğu bir şeye uzanmak daha kolay olur diye düşündüğüm için; kulbunun (...kolumun yere...) paralel olacağı şekilde..."	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 31 (continued)

wide window (width)	<p>"... o da duvardan duvara kadar; 4 m'lik şeyde, duvarda, duvardan duvara kadar. Yani şey o da. Bunları söylemek gerekir mi bilmiyorum ama şeye odaklandım artık baya. Yani tekerlekli sandalyeli biri için diye düşününce; o şekilde odaklanarak yaptığım için şey dedim; genel olarak zaten hareket etmenin kısıtlanmasından kaynaklı olarak boğulması olabilir odanın içerisinde. O yüzden daha ferah, daha dışarıyla teması olabilecek şekilde olsun diye düşündüm. Bir de şeylere çok özeniyorum; Amerikan filmlerinde, müstakil evlerde, tam lavabonun arkasında pencere oluyor da oradan çocuklarını izliyorlar ya. Onun gibi bir sebepten dolayı oraya koydum."</p> <p>"Yani işte, hiç bir önemi yok diye düşündüm. Duvardan duvara olsa da olur yani olmasa da olur. ... Geniş bir pencere olsun yani. Önemli olan o diye düşündüm."</p>	<p>"Bir de oda çok boğucu geldi. Ayrıca tüm mutfak eşyalarının da odanın bir tarafına konmuş olması da bana korkutucu geldi. Bir de şey yani, oturduğum bir hizadaydım ve üstümde de dolaplar vardı. Sanki oda üstüme geliyormuş gibiydi. O yüzden direk ilk pencereyi tekrar koydum zaten. Demekki iyi bir kararım diye düşünerek."</p> <p>"Değiştirmedim."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
wide window (height from ground)	<p>"Pencerenin yüksekliği ama şeydi. Pencere çok yüksek olmasın diye düşündüm. Göz hizasından baktığında dışarıyı görebilsin tekerlekli sandalyede oturan biri diye düşündüm. Ama ayakta olan biri de aynı zamanda, tekerlekli sandalye kullanmayan biri de aynı zamanda o pencere ile dışarıyla iletişim kurabilsin diye düşündüm. O yüzden ortalama bir yükseklik düşündüm."</p> <p>"Yani bir şey düşünmedim ama ne bileyim 1,5 m falan dedim heralde."</p> <p>"... ocağın yüksekliği 70 cm. 70 cm'in üstünde 30 cm falan... 1 m diye düşünmüşüm. Evet. Ondan bir 30 cm daha yüksek yükseklikte olur diye düşünmüşüm. 1 m yani."</p>	<p>"... biraz daha aşağıda olması gerektiğini fark ettim pencerenin. Diğerinde daha yüksekte düşünmüştüm pencereyi. Çünkü göz hizamın daha düşük olduğunu fark ettim tahmin ettiğimden."</p> <p>"... sanal gerçeklikte içinde olduğum mutfağın dolapların olduğu köşesinde, yukarıdaki dolapların olduğu yerin tamamının pencere olması gerektiğini düşündüm. Çünkü üstüme düşeceklermiş gibi görünüyordu. Korkutucu görünüyordu."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
wide window (height)	<p>"Tavana kadar gidiyor."</p>	<p>(Not changed)</p> <p>"Değiştirmedim."</p>	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
fridge (width)	<p>"Buzdolabını da duvara gömülü bir şekilde, onu da sürgülü bir şekilde açılan, yatay, böyle yerleştirilen bir şey olması gerektiğini düşündüm. Yukarılara ya da aşağılara yetişemeyeceği için tekerlekli sandalyeli biri."</p> <p>"Buzdolabı da yatay bir şekilde dursun dedim. O da 2 m x 1 m. ... Bol bol şey alsın, böylece storage olsun diye 2 m dedim. Bir şey düşünmedim."</p>	<p>"Genişliği de aynı; 2 m. ... Normal bir buzdolabının –normal demek ne demekse artık- kullandığımız gündelik standart –hepsi aynı anlama geliyor- bir buzdolabının yüksekliğinin 2 m olduğunu düşündüm. Benden uzun çünkü buzdolabım. Sonra da aynı... Yani "onu düşünmüşlerdir heralde ne kadar şey alacak diye, ona göre planlamışlardır bir buzdolabını ortalama bir aile için" diye düşündüğüm için; ben bunu eğer alıp da yatay hale sokarsam o zaman oradaki yükseklikle buradaki genişlik aynı şey olacaksa 2 m olmalı diye düşündüğüm için 2 m yaptım."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (height)	<p>"Şurada emin olamadım bir türlü. Yani buzdolabının yüksekliği acaba 1 m mi olsun 50 cm mi olsun ne kadar olsun bilemedim. Çünkü en aşağı nereye uzanabileceğimi biliyorum ama en yukarı nereye uzanabileceğimi düşünemedim. Çünkü benim en yukarıda uzanabildiğim yerin üstünden ve derinliğinden bir şey alacağım için o hesaplamayı yapamadım yani o an kafamdan. O yüzden aşağı yukarı 1 m dedim."</p>	<p>(Not changed)</p> <p>"... yüksekliği 1 m. ... Düşünmedim, yok hayır."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 31 (continued)

fridge (depth)	<p>"... (...diğer eşyalardan...) herhangi biri gibi 1 m diye düşündüm. ... Buradaki diğer dolaplar gibi. ... O çekmece gibi."</p> <p>"Aslında 1 m olup olmasını düşünmedim o anda. Sadece buraya öyle çizmişim. Şeyi düşündüm. Çok aşağıda olursa eğer, yere yakın olursa yani oradaki derinliklere uzanamaz. Çünkü benim gibi dizlerinin üstüne çöküp elini ileriye itebilecek bir şeyde değil yani. Öyle bir kullanımı yapamaz. O yüzden derin olmamalı diye düşündüm. Ama sonra ona göre tasarım yapmamışım. Unutmuşum öyle olduğunu."</p>	<p>"Buzdolabının derinliğini değiştirdim. ... Çünkü şeyi fark ettim. O kadar derine gidemeyeceğini fark ettim, elimin."</p> <p>"Denedim, evet. Elimi falan uzattım. Bir de şey yaptım, yerdeki dolaplardan birini açtım –evyenin altındaki dolaplardan birini açtım. Sonra fark ettim ki o baya derinmiş. O kadar derine elim uzanamaz diye düşündüm. O yüzden elimle şöyle yaptım yine. Bir gönyenin uzunluğuna baktım. Dedim “bu iyi bir derinlik, derinliği 30 cm olsun”."</p>	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (height from ground)	<p>"Çok aşağıda olursa eğer, yere yakın olursa yani oradaki derinliklere uzanamaz. Çünkü benim gibi dizlerinin üstüne çöküp elini ileriye itebilecek bir şeyde değil yani. Öyle bir kullanımı yapamaz. O yüzden derin olmamalı diye düşündüm. Ama sonra ona göre tasarım yapmamışım. Unutmuşum öyle olduğunu. Ama yine de yerden bir yükseklik verdim buzdolabına. Direkt yerden başlamasın dedim. 30 ya da 40 cm yükseklikte başlasın dedim."</p> <p>"Orada da elimi aşağı uzattım. Elimi, yani vücudumu bükmeden ne kadar aşağıya indirebildiğime baktım. Çünkü iki tarafımda kolluğularım olduğu için vücudumu da yana eğemeyeceğimi düşündüm. O yüzden, elimin en aşağı inebildiği yer de 30-40 cm arası bir şeymiş gibi geldi."</p>	<p>(Not changed)</p> <p>"Yine aynı."</p>	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (height)	<p>"Kapının yüksekliği 2 m. ... Gördüğüm kapının yüksekliğindeydi yani. Şuradan da zaten anlaşılıyor aslında. Burası 1,5'sa burası da 2 m."</p> <p>"Herhangi bir kapı 2 m olduğu için. Yani herhangi biri, başka biri de geçebilsin diye kapıdan."</p>	<p>"Sonra yine kapıyı aynı şekilde düşündüm. Bu sefer sadece sürgüsünü değiştirdim, şöyle."</p> <p>"Aynı, öncekiyle tıpatıp aynı. Hiç bir şey değiştirmedim kapıda."</p> <p>"Sadece sürgüsünün (tutma yerinin) şeklini değiştirdim. O kadar."</p>	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (width)	<p>"... yani geriye doğru ya da ileriye doğru açılan bir kapının açması kapaması zor olur diye sürgülü bir kapı tercih etmek gerekir diye düşündüm."</p> <p>"Sürgülü olması gerektiğine karar verdim."</p> <p>"... 90 cm'lik bir kapının içerisinden tekerlekli sandalyeli birinin daha zor geçeceğini düşündüm."</p> <p>"... önce genişliğine karar verdim. Sonra genişliğinden sonra dedimki girişlerde ya da çıkışlarda kapıyı iterek açmasındansa sürgülü bir şekilde –yani önce yaklaşıp sürgüyü çekip ondan sonra içeriye girebilmesi daha kolay olur diye düşündüm. Onu da bir köşesinden diğer köşesine kadar çekmesi için sandalyesini hareket ettirmesi gerekebilirdi. Yani kolunun <i>range'</i>inde onu hareket ettiremeyebilirdi. O yüzden ortada durup ikisini de bir tarafa doğru açarsa daha az hareket yapabilir diye düşündüm. Bir de o tuttuğu yerleri, kulpları da aşağı indirip sonra çekilen bir şekilde değil de, işte uzaktan şöyle itelemeye açılacak şekilde olur diye düşündüm."</p> <p>"Yanlara doğru açılıyorlar. ... Açılması daha kolay olsun diye. Yani açarken hareket etmek zorunda olmasın diye. Çünkü 1,5 m'lik bir kapı yani."</p>	<p>"Sonra yine kapıyı aynı şekilde düşündüm. Bu sefer sadece sürgüsünü değiştirdim, şöyle."</p> <p>"Aynı, öncekiyle tıpatıp aynı. Hiç bir şey değiştirmedim kapıda."</p> <p>"Sadece sürgüsünün (tutma yerinin) şeklini değiştirdim. O kadar."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 31 (continued)

door handle (height)	<p>"... girişlerde ya da çıkışlarda kapıyı iterek açmasındansa sürgülü bir şekilde –yani önce yaklaşıp sürgüyü çekip ondan sonra içeriye girebilmesi daha kolay olur diye düşündüm. Onu da bir köşesinden diğer köşesine kadar çekmesi için sandalyesini hareket ettirmesi gerekebilirdi. Yani kolunun range'inde onu hareket ettiremeyebilirdi. O yüzden ortada durup ikisini de bir tarafa doğru açarsa daha az hareket yapabilir diye düşündüm. Bir de o tuttuğu yerleri, kulpları da aşağı indirip sonra çekilen bir şekilde değil de, işte uzaktan şöyle itelemeye açılacak şekilde olur diye düşündüm."</p> <p>"...tuttuğumuz yerler, sürgüleri yani. Onlar yerden 0,7."</p>	(Not changed)	Interaction
distance between furniture pieces	<p>"...tekerlekli sandalyeli biri... duvar tarafı... her şeyini duvara yerleştirmiş ve duvarla teması olabilecek şekilde aralara girebilmesi gerekir diye düşündüm. Yani çünkü önünden gelip bu şekilde iletişim kurmaktansa... .. Yanından da gelebilmesi gerektiğini düşündüm. O yüzden hepsinin arasında bir boşluk olmalı diye düşündüm."</p> <p>"Buraya da 1 m'lik bir şey koyarım. Bu araya da girebilmesi gerekir tekerlekli sandalyeli birinin diye düşündüm. O yüzden burada 1 m'lik bir boşluk kalmalı diye düşündüm. Ve aynı zamanda bu dolabın hem bu yanının, bu yanının da kullanılması gerektiğini düşündüm. Yani hem pencere kenarının hem de odanın içine bakan kenarının... Böyle. O yüzden burada boşluk kalsın diye (...dolabı...) sonuna kadar getirmedim yani."</p>	<p>"Yani aralarında 2 m olması gerekiyor diye düşündüm, en az."</p> <p>"O araya girip rahatça dönebilsin diye."</p> <p>"Bir de yani mesela arkaya dönüp dolaptan bir şey alıp ocağa tekrar dönebildiğinde yeterli mesafesi olsun diye dönebilmek için, o manevra için."</p> <p>"... burada zaten 2 m'yi belirlemiştim o manevra için 2 m olması gerekiyor minimum diye düşünmüştüm. Sonra aynı şeyi buraya yansıttım."</p> <p>"(VR'da) Nasıl hareket edebileceğini gördüm, tekerlekli sandalyeli birinin."</p>	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
kitchen floor measurements	<p>"20 metrekare olduğu için 4x5'lik bir dikdörtgen olsun, böylece hemen yapabileyim, başlayabileyim diye."</p> <p>"20, 4 ve 5'e çok kolay bölündüğü için. Yani öyle olmasının, mesela kare olmamasının sebebi benim genel olarak bundan önce deneyimlediğim mutfakların dikdörtgen olmasıydı. Başka da bir sebebi yok heralde."</p>	(Not changed)	
ceiling (height)	<p>"2,5 diye düşündüm. Çünkü benim evim 2,5. ...yazmadım. Yani şuraya yazsam mı diye düşündüm ama önemli değil..."</p> <p>"Apartmanlarda genel olarak bir tavanın yüksekliği 2,6. Onu da evimi boyarken ölçmüştüm. 2,5 da işte yuvarlama yani, genel herhangi bir yükseklik."</p>	<p>"Aynı. Yani hiç düşünmedim aslında. Benim evimin yüksekliği ile aynı diye düşündüm. Evimin yüksekliği de galiba 2,8 mi 2,6 mı; öyle bir şey. Tam 2,5 değil de yani 2,8 gibi bir şey."</p> <p>"Ha işte yani 2,6-2,... hiç hatırlamıyorum."</p> <p>"Evet yani Yüzüncüyıl çok katlılardaki herhangi bir ev nasılsa öyle."</p>	Observation

Table 32: Analysis of coded verbal reports of Participant-10

P-10	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
cocktop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement (a) involved in a use case - activity/movement (b) involved in a use case - limited/aligned with relevant volume --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	(In addition to the previous session:) (Decision is compared with the virtual example.) (Information about wheelchair size is corrected.)	Measurement, Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
cocktop (width)	- segmenting a volume (correlating scale/measurement with another volume)	- limited/aligned with circulation area - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case --- considering the object as a part of a modular design in which separate activities or movements or use cases are related or involved in a more complex use case scenario. --- simultaneously considering separate use cases and their measurement requirements	Measurement, Interaction, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	UNISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(In addition to the previous session:) (Decision is compared with the virtual example.)	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (horizontal depth)	(An additional function is proposed as a solution for the measurement problem based on the concerns below.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- limited/aligned with circulation area - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case --- considering the object as a part of a modular design separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario. --- simultaneously considering separate use cases and their measurement requirements	Measurement, Interaction, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
drawer (height from ground)	(No representation) (No measurement) (Mentioned during the interview. Not enough information)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
drawer (vertical depth)	(No representation) (No measurement) (Mentioned during the interview. Not enough information)	- intrinsic function of the object	Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
sink (width)	(Not proposed)	- idea of a standard measurement - intrinsic function of the object	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 32 (continued)

sink (height from ground)	(Not proposed)	- wheelchair size and body size - activity/movement (a) involved in a use case - activity/movement (b) involved in a use case --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Interaction, Observation
	NA	RELATIONAL	
table (depth)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not proposed)	
	UNISTRUCUTURAL	NA	
table (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not proposed)	
	UNISTRUCUTURAL	NA	
table (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - recalling an example from daily life	(Not proposed)	
	MULTISTRUCUTURAL	NA	
narrow window (width)	- intrinsic function of the object - activity/movement involved in a use case	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
narrow window (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Misleading and/or lacking information)	Observation
	MULTISTRUCUTURAL	NA	
narrow window (height from ground)	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
narrow window handle (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
wide window (width)	- limited/aligned with irrelevant volume - subjective feeling of spaciousness - recalling an example from daily life	(Not changed. In addition to the previous session:) (Decision is compared with the virtual example.) - subjective feeling of spaciousness	Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
wide window (height from ground)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - limited/aligned with irrelevant volume	(In addition to the previous session:) (Decision is compared with the virtual example.)	Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	

Table 32 (continued)

wide window (height)	- limited/aligned with irrelevant volume	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
fridge (width)	- idea of a standard measurement - intrinsic function of the object	- idea of a standard measurement - intrinsic function of the object	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (depth)	- correlating scale/measurement with other volumes from inside the design (She reports that she thought the ones below but she forgot to integrate these concerns into the decision.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- correlating scale/measurement with other volumes from inside the design - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (height from ground)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (height)	- idea of a standard measurement	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (width)	- idea of a standard measurement - wheelchair size	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door handle (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	Interaction
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between furniture pieces	- wheelchair size	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- recalling an example from daily life	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
ceiling (height)	- idea of a standard measurement	- idea of a standard measurement	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 33: Analysis of verbal reports of Participant-11

P-11	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	"Genişlikleri bir insanın -hemen hemen- genişliğini düşünerek hesapladım. Çünkü tekerlekli sandalyedeki insan da normal insan boyutlarında, sadece daha alçakta. Bu yüzden yükseklikleri olabildiğince alçaltmaya çalıştım. Çünkü tezgah sadece göz seviyesinde değil, göz seviyesinin altında olmalı ki daha rahat kullanabilsin, ellerini vs kullanabilsin." "Yine başta dediğim gibi; tekerlekli sandalyedeki bir insanın elini uzatıp da orada bir kaç işlem yapabileceği bir yükseklik gibi geldi, oturduğum yerden 50 cm. Yani elini uzatacak ve tezgahta bazı çalışmalar yapabilecek."	"Yükseklikleri de biraz fazla alçak aldığımı düşündüm. Çünkü simülasyonda 90 cm'di tezgah yüksekliği. Onu 70'e düşürdüm." "Birincisinde 50 cm'di. Fazla alçak diye düşündüm. Çünkü simülasyonda 90 cm'di o yükseklik. 90 cm çok geldi. Çünkü tezgahı kullanamıyordum, yetişemiyordum herhangi bir yere. 70 cm aşağı-yukarı, sağ-sol daha rahat kolumu oynatabilmemi sağlar diye düşündüm, simülasyondan sonra."	Measurement, Observation, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	<i>(Represented without measurement)</i> "Hakkında düşünmemişim."	"Onu simülasyondan aldım." "Direk aldım." "Yani 60 cm yeterli gelmişti çünkü orada. Yani rahatsız etmemişti o derinlik." "Simülasyonda deneyimlemiştim. O yüzden ölçüyü sormuştum."	Measurement, Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (width)	"Yine bir insanın oturduğu yerden rahat işlem yapabileceği genişlik. Yani yükseklikler üzerinde daha fazla düşündüm."	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not changed)</i>	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
freezer as lower part of fridge (height)	"Yani yükseklikler üzerinde daha fazla düşündüm. Yani iki parça. Alttaki parça işte buzluk. Üstteki normal buzdolabı. 40 cm'e 160 cm diye düşündüm ve... 40 cm olmasının sebebi daha aşağıda olsun ki yukarıda daha fazla raf kullanabilsin. Çünkü ne kadar çok raf kullanırsa, o kadar fazla malzemeyle alışveriş yapabilir. Yükseklerle ulaşamayacağı için. Tezgahın daha altında." "Çünkü önemli olan zaten buradaki (üst bölmedeki) yaklaşık 30 cm'lik ya da 40 cm'lik bir raf -kaç tane raf olacağı orada-. Çünkü daha yükseklerle erişemeyecek tekerlekli sandalyedeki kişi. ... O yüzden buzluga aşağıya almak istedim."	<i>(Given measurement: 60 cm)</i> "Tezgahtan 10 cm aşağı. Yine yukarı kısmı daha rahat kullanabilmesi için." "Buzdolanın alt kısmında daha fazla alan yarattım burada. Onun dışında öncekiyle aynı. Yani üst kısma daha fazla olanak tanımak için alt kısımdan kıstım ve biraz daha alçakta olmasını istedim." "Yani sandalyenin yüksekliğini 55 diye konuşmuştuk. 55 cm, yine insanın da ölçüsünü koyduğumuz zaman üst raflara rahatlıkla erişebiliyor. Buzluğun da alt kısmına yine rahatlıkla erişebiliyor. Öncekinde 50 cm vermiştim... Yok 40 cm vermişim. 40 cm çok daha alçak olacaktı. Yani 55 cm artı insanın kol mesafesi konulduğunda yaklaşık bir 60 cm vesaire olacak. 60 cm'den 40 cm'lik bir seviyeye inmek kişiyi zorluyordu. Bunu simülasyonda deneyimlemiştim. Alt rafları açarken zorlanmıştım, alt çekmeceleri açarken. O yüzden hem aşağının yüksek olması, hem de yukarılarda daha fazla erişilebilir rafın olması kullanıcı için iyi."	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
higher part of fridge (height)	"Yani tavana yakın olması gerektiği için aslında 160 dedim oraya. Yani tavanın uzaklığı 2,10'du; 10 cm bir pay bırakıp geri kalan 160'ı yazdım." "Çünkü önemli olan zaten buradaki yaklaşık 30 cm'lik ya da 40 cm'lik bir raf -kaç tane raf olacağı orada-. Çünkü daha yükseklerle erişemeyecek tekerlekli sandalyedeki kişi."	<i>(Not changed)</i> "Yani sandalyenin yüksekliğini 55 diye konuşmuştuk. 55 cm, yine insanın da ölçüsünü koyduğumuz zaman üst raflara rahatlıkla erişebiliyor." (En üst rafları kastediyor. Üst bölmenin alt seviyelerindeki rafları kastediyor. Bu uzunluğu belirleyen yeni bir kriter değil.)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 33 (continued)

seat of chairs (height)	<i>(Given measurements: 35 cm, 50 cm)</i> "Çizimi zaten bir sandalyenin üzerinde oturarak yaptım. Yani kaba taslak gözümde ölçtüm. Bir 35 cm gibi geldi sandalyenin yüksekliği." "Yine başta dediğim gibi. Hani hem sağlıklı bir insan hem engelli bir insan kullanabilsin diye iki farklı katmanda yaptım masayı. Yine aynı şekilde alçak ve yüksek sandalyelerin olması gerektiğini düşündüm." "İkinci katmanı (masanın yüksek katmanı) 10 cm yükseltmişim. 5 cm et kalınlığı desek; 15 cm. Yani iki kullanıcı için de benzer deneyimler olacak."	<i>(Not proposed)</i>	
	MULTISTRUCTURAL	NA	
door handle (height)	"... bir insanın otururken erişebileceği uzaklık olarak." "Çizimi zaten bir sandalyenin üzerinde oturarak yaptım. Yani kaba taslak gözümde ölçtüm. Bir 35 cm gibi geldi sandalyenin yüksekliği. O yüzden 50 cm uygun bir yükseklik gibi geldi."	"Kapı kolunu yine 10 cm yukarıya aldım." "Yani kapı kolu yine biraz daha aşağıda ve rahatlıkla erişilebilir, tekerlekli sandalyedeki kullanıcı için." "Kendimi 55 cm'lik bir yüksekliğe koydum. Kolumu da kaldırdığım zaman, en uygun yerin 60 cm olduğunu düşündüm. Biraz aşağıda, kolayca."	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (width)	<i>(Given measurement: 80 cm)</i> "80 cm demişim ama biraz dar olmuş sanırım. Dar mı olmuş bilemedim." "Bir insanın sabit genişliği olarak düşündüm. 80 cm yeterli geldi yani geçmek için, tekerlekli sandalyenin geçmesi için."	<i>(Given measurement: 90 cm)</i> "Kapıları biraz daha geniş yaptım." "Daha geniş olması daha rahat edeceğini düşündürdü bana. Çünkü 80 cm biraz dar olabilirdi. Çok tekerlekli sandalye ölçülerini bilmediğim için ilk başta kafama 80 cm gelmişti. 90 cm'in daha yeterli olduğunu düşündüm, daha rahat hareket etmesi için." "O an 100 ile 90 arasında kaldım. 100 cm çok geniş olacak gibi geldi. Yani 1 m tam olarak ne kadar oluyor bilmiyorum da. Yani 90 cm daha ikisinin ortası gibiydi; darla geniş arası."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (height)	"...tavanla aynı olması gerektiğini düşündüm. Öyle olmasını istedim." "Önce tavan. Yani odanın yüksekliği. Kapıyı en son koydum."	<i>(Not changed)</i> "... tavanla bitişik."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
table (height)	<i>(Represented without measurement)</i> "... iki katmanda düşündüm. Çünkü sadece tekerlekli sandalyede değil normal ayaklı insan da -sağlıklı bir insan da- kullanacak bu masayı diye kapanabilir bir masa tasarlamayı düşündüm." "Yine başta dediğim gibi. Hani hem sağlıklı bir insan hem engelli bir insan kullanabilsin diye 2 farklı katmanda yaptım masayı." <i>(Not enough information)</i>	"55 cm tekerlekli sandalyenin yüksekliği. Yine bacağı da koyduğumuz zaman -bacak bir 25 cm-sığabilir... ("25 cm" sözlü önermesini düzeltiyor) 20 cm yeterli bir açıklık gibi geldi." "Sandalye yüksekliği artı bacağın kalınlığı masanın altına girebilir ve rahat eder diye düşündüm." "Kullanıcının ellerini rahat kullanabilmesi. Bu da yine bacağı koyduktan sonra bir 30 cm'lik bir yükseklik anlamına geliyor kendi kafamda. O 30 cm de herhangi birşey; yemek yiyebilmesi için ya da bir bilgisayar vs kullanabilmesi için yeterli bir yükseklik."	
	NA	RELATIONAL	

Table 33 (continued)

ceiling (height)	<p>"2,10 tekerlekli sandalyede bir insan için yeterli bir yükseklik diye düşündüm. Yani daha ferah edebilmesi için. Çünkü benim düşünceme göre; sandalye 35 cm yerden yüksek olsa -ki daha yüksekmiş- üzerine insan boyutunu da koyduğum zaman yaklaşık 1 m ya da 1,10 gibi bir şey oluyor. Üzerinde 1 m'lik bir açıklık fena değil gibi geldi. Dolayısıyla 2,10. Tabi sağlıklı bir insan için daha basık."</p> <p>"... zaten kısıtlı hareket imkanı olan bir insan olabildiğince rahat hareket etmeli. Bu yüzden ondan yaklaşık 1 m fazladan bir yükseklik verdim. ... Başta tekerlekli sandalyeden tavan aralığı gibi."</p>	<p>(Not changed)</p> <p>"Yükseklik de aynı olmalı. Onlar çünkü üzerine düşündüğüm şeyler değildi."</p>	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	<p>"Önce içine koyacaklarımı düşündüm."</p> <p>"...yerleşimi yaptıktan sonra. Çünkü 20 m2; 6x3 de olabilir, 6x3,5 da olabilirdi, 4x5 de olabilirdi, 10x2 de olabilirdi. Ama 10x2 çok <i>line</i> ve dar bir şey olurdu. O yüzden 4x5 başta kafamda vardı ama yerleştirdikten sonra düşünmek daha mantıklı geldi."</p> <p>"Genişliklerini kafamda ölçtüm. Yani koyduğum aksesuarların, tezgahın vesaire ölçülerini kafamda bir tarttım. 4x5 gibi bir şey oluştu. Yani 20 m2 olması gerektiği için."</p> <p>"Çünkü tezgah 5 m olan tarafa doğru genişliyor. 4 m olsa çok sıkışık olurdu orası."</p>	<p>(Not changed)</p> <p>"Boyutları aynı. ... Onlar çünkü üzerine düşündüğüm şeyler değildi."</p>	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between table and wall	<p>"100 cm de buraya bir sandalyenin girebilmesi ve yine sandalyenin de rahat kullanılabilmesi için."</p>	<p>"Öncesindeki gibi tezgaha 160 cm uzaklıkta, duvara 100 cm uzaklıkta. ... Aynı şekilde devam ettim. Çünkü 160 ve 100 cm kullanıcıya herhangi bir problem yaratmıyordu. Yani daralması ya da genişlemesi gerekmiyordu."</p>	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between counter and table	<p>"Kapıdan girer girmez, mutfağın içinde kullanabileceği bir koridor olsun istedim. O yüzden burayı boş bıraktım. Bu koridor mutfağın tezgah alanı, tezgah, buzdolabı vesaire o alanıyla yemek masası alanını ikiye ayırıyor. Bu tezgahın tek şerit halinde kullanılmasını istedim. Çünkü bunun daha kolay olacağını düşündüm. ...Hemen koridorun karşısında da balkon kapısı olacak."</p> <p>"Balkon kapısı ve odanın kapısı arasında bir koridor yaratmak istedim; yani rahat hareket edebilsin diye. Ve 160 cm olmasının, duvardan uzaklıktan daha geniş bir genişlik olmasının sebebi tezgahta daha rahat hareket edebilmesi. Yani ileri geri, sağ sol daha fazla devinim göstereceği bir alan. O yüzden daha geniş oldu orası."</p> <p>"Bir sandalyenin yaklaşık 40-50 cm olduğunu düşünürsek... 50 cm fazla hatta, di mi? Bilmiyorum. Yani 40 cm vesaire olduğunu düşünürsek, 160 cm şuraya bir sandalye geldiğinde yine geçebileceği, ve rahat ileri geri yapabileceği bir aralık gibi geldi."</p> <p>"... hareket edeceği yollarda da olabildiğince rahat manevra yapmasını istedim. Aslında birazcık büyük sayılar olabilir bunlar."</p>	<p>"Öncesindeki gibi tezgaha 160 cm uzaklıkta, duvara 100 cm uzaklıkta. ... Aynı şekilde devam ettim. Çünkü 160 ve 100 cm kullanıcıya herhangi bir problem yaratmıyordu. Yani daralması ya da genişlemesi gerekmiyordu."</p>	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 34: Analysis of coded verbal reports of Participant-11

P-11	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(In addition to the previous session:) (Decision is compared with the virtual example.)	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- ignoring/neglecting	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (width)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
freezer as lower part of fridge (height)	- limited/aligned with relevant volume	- limited/aligned with relevant volume - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
higher part of fridge (height)	- limited/aligned with irrelevant volume	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
seat of chairs (height)	- recalling an example from daily life - limited/aligned with relevant volume	(Not proposed)	
	MULTISTRUCTURAL	NA	
door handle (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (width)	- wheelchair size	- wheelchair size	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (height)	- limited/aligned with irrelevant volume	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 34 (continued)

table (height)	(Not enough information)	- wheelchair size and body size - activity/movement (a) involved in a use case - activity/movement (b) involved in a use case --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	
	NA	RELATIONAL	
ceiling (height)	- wheelchair size and body size - subjective feeling of spaciousness	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- size of other volumes - spatial organization	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between table and wall	- wheelchair size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between counter and table	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 35: Analysis of verbal reports of Participant-12

P-12	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	<p>(Given measurement: 80 cm)</p> <p>"Önce yüksekliğini belirledim; 80 cm yüksekliğini. ... Onu kendi oturduğum esnada yaklaşık bir hesaplamaya çalıştım engellinin tekerleği ne kadardır diye. Onu 50 cm olarak düşündüm. Öyle olunca, kolunun da içeri girebilmesi için rahatça –kolluğu da var sonuçta- onu da 20 cm olarak düşününce 70 cm'ye çıktı şeyin yüksekliği – tekerlekli sandalyenin. Yüksekliğini böylelikle 80 cm belirledim."</p>	<p>(Given measurement: 70 cm)</p> <p>"Öncelikle tezgah yüksekliğini değiştirdim. Onu 70 cm'ye indirdim. Çünkü cihazı kullanırken 90'ın çok yüksek olduğunu fark ettim. Derine ulaşmakta zorlanıyordum ve kolumu kaldırmam gerekiyordu sürekli. Onun için 70 cm'ye indirdim."</p> <p>"Cihazdaki 90 cm'lik yükseklik fazlaydı. Benim derinine ulaşmamı engelliyordu. Bunun ikisi birden (tezgahın hareketli ve hareketli olan kısımları) olduğu zaman bile benim derinine bir şekilde ulaşabilmem lazımdı. ... Yani hem tekerlek... toplam 60 cm'lik (yatay derinlik) tezgaha bile benim ulaşabilmem gerekiyordu. O yüzden 70'e indirerek yüksekliği, oraya da ulaşmayı kolaylaştırdım."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	<p>(Given measurement: 80 cm)</p> <p>"(yükseklikten sonra) İçine gireceği kısmı belirledim. Oradan derinlik de olsun. Çünkü farklı aktiviteler yapabilsin diye orada, yemek yerken."</p> <p>"Onu kendi oturduğum masayı düşünerek yaptım. Yaklaşık 80 cm olduğunu düşündüm. Mutfak faaliyeti için yeterli olacağını düşündüm. Yani uygun olarak."</p> <p>"Yani mutfak faaliyetleri için, yemek yaparken bir şey doğrarken onları kenara itmek gerektiğinde yeteceğini düşündüm 80 cm'in."</p> <p>"Önceki deneyimlerime dayalı ve elimle uzanmayı da denedim."</p>	<p>(Given measurement: 60 cm)</p> <p>"Tezgah genişliğini (derinliğini) 30 cm'ye çektim ama yine katlanabilir ve sürgülü bir sistem düşündüm bu sefer alternatif olarak. Tezgah daha uzun ve kesintisiz olduğu için onu itebiliyorum üstteki tezgah devamını."</p> <p>"Önce az önceki gibi katlanmayan, yani sürgülü olmayan kısmı düşündüm. O 30 cm. Aynıısından bir tane daha 30 cm olması gerektiğini düşündüm."</p> <p>"Ulaşım kolay olsun diye. Yani şey, iki tezgah ve dolap varken dahi ulaşabilmek için, şöyle elimi yan attığımda. O da 60 cm oluyordu yaklaşık, çok komforu da bozmadan."</p> <p>"(...30 cm'lik sabit kısma...) 60 cm'den sonra verdim."</p> <p>"Tezgahın toplam derinliğinin 60 cm olmasını cihazdaki deneyden sonra –orada da 60'tı sanıyorum- o 60 benim, yüksekliği de indirince, el hizama geliyordu yaklaşık olarak. O yüzden en derinine dahi ulaşabilmek için 60 cm olarak düşündüm, ikisi (sabit ve hareketli kısımlar) varken dahi."</p>	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
extended part of countertop (depth)	<p>(Given measurement: 50 cm)</p> <p>"Ona şu 50 cm'lik teker çapı, bunun içine girmesi için iyice yaklaştığı zaman 30 cm kalıyordu oraya (tezgah altı dolaba)."</p> <p>"...şu kısım katlanabilir olsun ki daha sonra o derinliği; daha yaklaşması gerekince orayı da kullanabilsin diye düşündüm. ... Tamamında öyle. Yani lavabo hariç o şekilde, o ocak hariç."</p> <p>"...dolaba kadar olan kısım katlanabilir. Direk dolabın içine de böylelikle ulaşım sağlayabiliyor. Menteşe ile yukarı doğru kaldırabiliyoruz onu (tezgah uzantısını). ... Menteşeyi, yani şu 30 cm'in şu hizasında düşündüm. ... Yani 30 cm, şeyin uzunluğu 50 cm; şöyle çapraz bir şekilde katlanıp duvara değsin diye."</p> <p>"Engelli kişi sandalyesiyle birlikte o şeyin içine girebiliyor. Yani bu 30 cm'ye ayakları yaklaşıyor, yani oraya geliyor. O üste böylelikle daha kolay ulaşıyor. Çünkü bu fazlalık olan kısım, derinliği</p>	<p>"Sürgülü o kısım. Şey yapıcım onu. Katlanabilir... katlanabilirlik bu sefer kullanılmadı. Onu (katlanabilirliği belirten çizgileri) koymuşum ama değişmek zorunda kaldı."</p> <p>"...yani tekerlekli o da sürgülü bir şekilde –sürgülü daha doğrusu- hareket ediyor."</p> <p>"Tek tezgahı devam ediyor. Şu noktalı kısım hareket eksenini gösterdim. ... İki tane var."</p> <p>"Önce az önceki gibi katlanmayan, yani sürgülü olmayan kısmı düşündüm. O 30 cm. Aynıısından bir tane daha 30 cm olması gerektiğini düşündüm."</p> <p>"Tezgahın toplam derinliğinin 60 cm olmasını cihazdaki deneyden sonra –orada da 60'tı sanıyorum- o 60 benim, yüksekliği de indirince, el hizama geliyordu yaklaşık olarak. O yüzden en derinine dahi ulaşabilmek için 60 cm olarak düşündüm, ikisi (sabit ve hareketli kısımlar) varken dahi."</p> <p>"Tam yarım olarak düşündüm onu (sabit ve</p>	Measurement, Interaction, Observation

Table 35 (continued)

extended part of countertop (depth) (cont'd)	sağlayan kısım, yukarıya ulaşmak istediğinde onu engelleyecek diye düşündüm. Onu katlarsa yukarıya da ulaşabilir." "... tam bardağın hizasına denk geliyor (yukarı kaldırıldığı zaman). Onu hesaba katmamışım. Yani şu dönme ekseninde biraz daha yüksek olmasını gerektirebilir. Ama zaten onu masanın üstünde düşündüğüm için, masada katlanma üzerine düşünmedim. ... Orada katlanma devam etmiyor diye düşündüm heralde. O şekilde hesaplamışım onu. <i>(Katılımcı çizimlerde aksini göstermiş. Ayrıca önceki beyanıyla çelişen bir cevap vermiş.)</i> "	hareketli kısımlar). Yani (...60 cm'lik tezgah...) ikiye bölünsün, böylelikle bu tekerlekli kısım (dolap) çıkınca ben yine içine bir miktar girebileyim. Ayaklarım oraya girsün, yani normal masada oturur gibi. Masanın biraz derinine girince bacaklarımız, daha rahat ediyoruz, daha uzağa, derine ulaşabiliyoruz. Yani önceki design'daki bu faktör etkiliydi onda." "Yeni bir faktör yok açıkçası. 80 cm'lik bir tezgah derinliği 60'a inince; ben de onun derinine ulaşmam için yeterli olacağını düşündüm. Yani 30 cm girebilsem, 30 cm fazlalık beni rahatsız etmez diye düşündüm."		
	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		
base cabinet (depth)	<i>(Given measurement: 30 cm)</i> "Ona şu 50 cm'lik teker çapı, bunun (tezgahın) içine girmesi için iyice yaklaştığı zaman 30 cm kalıyordu oraya. O şekilde düşündüm. İçine malzemeleri de koymak için yeterli olur diye düşündüm. Sonuçta dibine de çok ulaşamayabilirdi; şu köşedeki, en alttaki kısma. O yüzden 30 cm olur dedim. Yani şu çapraz uzanış hizasını hesaplamaya çalıştım. Tezgah katlanınca; 30, 50 cm yükseklik, ayaklarını kullanmadığı için ancak uzanır diye düşündüm. O yüzden 30 cm oldu o da." "Kapaklı. Veya sürgülü de olabilir. Yani çok vaktim kalmadı ona."	<i>(Given measurement: 30 cm)</i> "Altta da dolapların da yetersiz olduğunu düşündüm önceki design'da. O yüzden dolap sayısını artırdım. Ama dolapların da derinine ulaşamadığım için onları da iki parça halinde düşündüm. 30 cm derinliğindeki iki dolabın biri sürgülü; yanlara doğru kayabiliyor. Onu kullanıcı o anki ihtiyacına göre değiştirebilir." "Onlar (sabit tezgahın altı) dolap." "Altta tekerlekli dolap 30 cm derinliğinde ve 65 cm yüksekliğinde." "Ben kendi mutfağımı düşündüm açıkçası. Benim mutfağımda 60 cm civarında onun kalınlığı." "Fili olarak ben kafamda ikiye ayırıyorum zaten. Hani bu tencere burada, arkasında bir tencere daha. Böylelikle o fiili olarak ayrılmış oluyor zaten, iki ayrı kısım oluyor. Ben onları mekansal olarak da ayırmış oldum burada. Bu bir tencere kalınlığı diyebiliriz. ... Onu referans aldım." "Aslında önceki çizimde tezgah altındaki dolabın en köşesinde kalan kısımları çok düşünmemiştim. Hani üstü 30 cm olunca, katlanılmayan kısım, alt da hani onun altında direk hizasında gelmişti. Ama cihazla birlikte dolabın en alt köşesini denemek istedim. İlk olarak hatta onu denemek istedim. Direk o tarafa yöneldim. Kapağı açıp onun en alt köşesine ne kadar uzanabildiğim hani eğilme miktarıyla beraber düşünmek istedim. Onu denememişim kendim yaparken. İlk başta da aslında kendim düşünebilirdim onu. Oraya uzanmayı deneyebilirdim ama hiç denememişim. Cihazın en büyük faydası o oldu yani." "O dediğim tezgah derinliğinin yüksekliğiyle birlikte hesaba kattığım zaman hem köşede kalan kısma ulaşmak mesela göz ardı ettiğim bir şeydi. Onu görmüş oldum."		Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL		
base cabinet (height)	<i>(Given measurement: 80 cm)</i> <i>(Tezgah yüksekliği olarak açıklanmış.)</i>	"O tezgah kalınlığından oluyor, 65'e düşüyor. ... O da şeyden dolayı. Köşesine ulaşabilmekten dolayı. Çünkü cihazda en alta ulaşamıyordum. En alttaki, tezgahın alt kısmına ulaşamıyordum. O yüzden onu 65 cm olarak düşündüm. Daha doğrusu 70'den geldi geriye yani o. 5 cm tezgah kalınlığından dolayı, tekerlekli ve sürgülü olan dolap 65 cm'e düştü." "5 cm düşünce 65'e indi yani. Sadece onu düşündüm."		Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL		

Table 35 (continued)

sink area on countertop (horizontal depth)	<i>(Represented without measurement)</i> "Yani aslında standart lavabo ölçülerini önceki çizimimde ihmal etmişim. Onu düşünmemişim hiç."	"... ovalleşiyor... derinlik artıyor. ... Onu cihazdaki görüntüye göre belirledim. Yani lavabo için 30 cm çok az oluyordu. 50 cm'ye çıkınca lavaboya daha çok alan kalıyordu. Ona göre belirledim onu." "Lavabonun kendi fonksiyonunu..." "Yani aslında standart lavabo ölçülerini önceki çizimimde ihmal etmişim. Onu düşünmemişim hiç. Ama cihazda görünce onun öyle olması gerektiğini hatırladım bir an. Aslında kendi deneyimime bağlı ama orada görünce teyit ettim gibi bir şey oldu. Hatırladım gibi oldu."	Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCURAL	
countertop (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "Yok onları çok düşünmedim yatay diye. Yüksekliğe daha çok odaklandım engelli olduğu için."	<i>(Represented without measurement)</i> "Onun hakkında bir bilgi yok."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
glass rack (height from countertop)	"... tezgahın üstünde de o an lazım olabilecek şeyleri koyması için bir üst raf düşündüm. Üst rafı da barlardaki gibi yukarıdan asılan sarkıtma şeklinde düşündüm; daha kolay alabilsin diye." "Bardak oraya asılıyor." "O 40 cm yükseklikte; tezgahtan 40 cm. Toplam 120 cm." "Onu kendim denedim. Oturduğum yerden hesaplamaya çalıştım. Yani yaklaşık 40 cm yüksekliğin köşesine de ulaşabiliyor mu diye düşündüm. O şekilde yani, kendim denedim." "Şurası (tezgahın katlanan kısmı) da yaklaşık 50 cm oluyor. Yani tam bardağın hizasına denk geliyor. Onu hesaba katmamışım. Yani şu dönme ekseninde biraz daha yüksek olmasını gerektirebilir. Ama zaten onu masanın üstünde düşündüğüm için, masada katlanma üzerine düşünmedim." "Orada katlanma devam etmiyor diye düşündüm heralde. O şekilde hesaplamışım onu."	"Ondan sonra, bardak yüksekliğini de 30 cm olarak düşündüm bu sefer. Daha kolay ulaşabilmek için. Çünkü 30 cm yüksekliğindeki -tezgahtan 30 cm yüksekliğindeki pencereye bile çok zor ulaşıyordum (uygulamada). Arada bir 20 cm fark olmasına rağmen (Katılımcının birinci tasarımında yaptığı tezgah derinliği sanal ortamda deneyimlediği tezgahinkinden 20 cm daha uzun). Onu 30'a çektim o yüzden."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
glass rack (depth)	<i>(Represented without measurement)</i> "... 20 cm'yi geçmez diye düşündüm. Yeterli olacağını düşündüm onun. Onu detaylandırmamışım yazarak. Ama o civarda."	<i>(Represented without measurement)</i>	
	UNISTRUCURAL	NA	
window (height from ground)	"Onu da kolaylıkla açabilmek için 90 cm ve tezgahtan da 10 cm yüksekliğinde olmasını düşündüm. Bir de burada lavaboda bir şeyle meşgulken ışığı da daha iyi alabilmesini dışarıyı seyredebilmesini de düşündüm. Göz hizasında olması da önemliydi. Ve açılıp kapanmasının da daha kolay olacağını düşündüm." "Ona (kulp yüksekliği) karar vermedim. O çok standart olduğunu düşündüm."	"Yine önceki çizimde olduğu gibi hem ışık almayı hem de kolay ulaşmayı düşündüm. Ama cihazda onun tezgahtan 30 cm yüksek olduğunu görünce ben 20 cm indirmiş olmama rağmen tezgahı, yine de yüksek geldi. Bir de o yukarı doğru açılan bir sisteme sahipti. Onu engelli birinin açıp kapatması imkansızdı. O yüzden hem sürgülüye çevirmek istedim onu. Veya açılıp-kapanabilir bir sistem de olabilir. Ama 5 cm yüksekliğiyle hem bana ışık konforu sağlayacak orada çalışırken –engelli biri gözüyle bakınca- hem de kolay açıp kapatabileceğim için 5 cm yüksekliği olarak karar verdim."	Measurement, Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
opening window (height)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"120 cm olan uzun pencere kısmı açılıp-kapanabilirliğiyle alakalıydı. Alttan açtığımızda hem içeri yeterince hava girmesini sağlayacak bir şekilde düşündüm, hem de alçak olunca daha rahat ulaşılır diye düşündüm."	Observation
	NA	NA	

Table 35 (continued)

fixed window (height)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"Üstteki 30 cm'lik kısmı da; hani burayı kullanan engelli olmayan bireyler için düşündüm. Onların da ışık alması için. Engelli bir insan daha aşağıda yaşadığı için –alçakta yaşadığı için- bu ışık ona yetebilirdi ama –en azından tezgahın önünde- ama ayakta duran bir insan için yeterli olmaz diye düşünüp onu da -30 cm'i de- sonradan ekledim."	Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
distance between window and ceiling	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"Yani onun üstünden tavana kadar da 100 cm'lik bir yükseklik olarak düşünmüştüm ama onu şuradan başlıyor gibi gösterdim. 30'un (sabit pencerenin) üstünden başlıyor." "Onu tavan ölçülerine göre tahmini bir şey söyledim."	Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
ceiling (height)	<i>(Represented without measurement)</i> <i>(Not enough information)</i>	"325. Yine biraz az aslında. 325 yeterli olur diye düşündüm aslında." "Genel bir standart ölçü olarak aklıma geldiği için. Pencere ile bir alakası yok yani." "Kendi odamı düşündüm. Genel standartları düşündüm. Mutfakla benim odam da aynı –benim kendi mutfağımla yani. O yüzden 325 olarak tahmini bir sayı söyledim yani standartlar değişiyor olabilir tabi farklı kullanımlara göre. Ama bunu bir konut yapısı olarak düşündüm. Kişisel bir konutun mutfağı olarak düşününce 325'i yeterli gördüm."	Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
kitchen floor measurements	"Çapı 5 m dedim. Onu yazmamışım." "20 m2'yi sağlamak için. Dairesel seçmemin nedeni de; köşe olunca köşeyi kullanamayacak o kişi. Köşeye ulaşması zor olacak. Daha uzun çünkü. Orada genel olarak çok kullanışsız olduğunu düşündüğüm için dairesel tasarladım."	<i>(Not changed)</i>	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
door (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "...kapı boyutu belli değildi. Ama sürgülüydü. O belliydi."	<i>(Not changed)</i> "Giriş yine aynı yerden. Ama göstermedim onu bu sefer."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 36: Analysis of coded verbal reports of Participant-12

P-12	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
countertop (height)	(Additional function is integrated into the decision.) - wheelchair size	(Additional function is again represented in the drawing. However it is not integrated into the decision in this session.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
extended part of countertop (depth)	- wheelchair size	- segmenting a volume (correlating scale/measurement with another volume) - wheelchair size and body size	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
base cabinet (depth)	- limited/aligned with relevant volume - intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- intrinsic function of the object - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
base cabinet (height)	- limited/aligned with relevant volume	- limited/aligned with relevant volume	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
sink area on countertop (horizontal depth)	- ignoring/neglecting	- idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (width)	- ignoring/neglecting	- ignoring/neglecting	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
glass rack (height from countertop)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
glass rack (depth)	- intrinsic function of the object	(Not enough information)	
	UNISTRUCTURAL	NA	

Table 36 (continued)

window (height from ground)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - intrinsic function of the object - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	(Decision is compared with the virtual example.) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - intrinsic function of the object - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Measurement, Interaction, Observation
	RELATIONAL	RELATIONAL	
opening window (height)	(Not enough information)	(Irrelevant information)	Observation
	NA	NA	
fixed window (height)	(Not enough information)	- body size	Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
distance between window and ceiling	(Not enough information)	- correlating scale/measurement with another volume	Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
ceiling (height)	(Not enough information)	- idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
kitchen floor measurements	- activity/movement involved in a use case	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
door (width)	- ignoring/neglecting	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCUTURAL	PRESTRUCUTURAL	

Table 37: Analysis of verbal reports of Participant-13

P-13	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
distance between store cupboard and door	<i>(Given measurement: 60 cm)</i> "Yine genelde tabaklar ve şeyler kare olduğu için ölçülerini yani kapakları da kare kare bölünebileceğini düşündüm ve kapaklar 60 cm'den ya daha kısa olacaktı, ya daha geniş olacaktı, onun için."	"...(giriş kapısı) sürgülü kapı oldu. Bir de kapı genişledi, sürgülü olduğu için." "Bu yüzden de burada (dolap-kapı arası) ve burada (kapı-masa arası) boşluk bırakmama gerek kalmadı. Çünkü bir kapı açıldığında veya kapı bu tarafa açıldığında bir alan teşkil etmiyor. Buradaki kapaklar gayet rahatlıkla açılabilir. Burada da problem olmaz diye düşündüm."	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
store cupboard (height from ground)	"Şurada benim tavana kadar yüksek bir dolabım vardı. ... Tavana kadar değildi de yani 1,5-2 m'si vardı." "Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Buradaki bütün dolap yüksekti ya. Onu sadece 70 ve 50 cm yüksekliğinde bir dolaba dönüştürdüm aslı olarak. ... Ben onu dar, aslı bir dolap haline getirdim. Çünkü, nasıl diyim, kullanım olarak baktığımda bir engellinin alçaktaki dolapları açtığında veya kapattığında kullanmadığını gördüm (uygulamada). Çok yüksekleri de kullanmadığı için, burada sürgülü kapaklı bir sistem var. Sadece şu kadar bir alanda. 70 cm yerden yüksekliği, 50 cm yüksekliğinde. Yaklaşık 2 raf falan yapabiliyor." "Neye göre verdim? Sormuştum 55 oturma alanı (tekerlekli sandalyenin oturak yüksekliği) diye. Sonra buradan baktığımda, oturduktan sonra rahat olarak nereye uzanabiliyorum diye tahminen. Bir 25 cm'e daha ihtiyacı olduğunu gördüm. Aslında 15 eklemişim di mi? Evet, 80 olması gerekiyor onun. Yanlış toplama yapmışım. 70-80 yazıyor bazı yerlerde zaten. 25 cm'e daha ihtiyacı olduğunu düşündüm ve öyle yaptım. Göz hizasına yakın olarak denk getirmeye çalıştım dolabın üstünü."	
	NA	MULTISTRUCTURAL	Measurement, Interaction, Observation
store cupboard (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"50 cm yukarıya kadar çıkıyor. ... şunu (uygulamadaki mutfaktaki üst dolapların yerden yüksekliği) sormuştum. 150 cm demiştiniz. 150 cm'in üstüne ulaşamıyordum. Hatta kapaklara bile ulaşamıyordum. Alt hizasına ulaşabiliyordum. Bunlar da toplam 80 ve 50; 130 yapıyor. 130 cm'e çok daha rahat ulaşabileceğini düşündüğüm için, hem temizlik, hem de şey olarak, eşyalara ulaşım falan. Bu da yine uzun ve kapakları sürgülü tercih ettim. Çünkü kapaklar üzerine doğru açıldığında ulaşımı veya şeyi olamıyor."	
	NA	MULTISTRUCTURAL	Measurement, Interaction, Observation
store cupboard (width)	<i>(Given measurement: 250 cm)</i> "Şöyle. Üstlerde dolap yok ya hiç bir şekilde. Onun için geniş bir alana ihtiyaç duyabileceklerini düşündüm. Yani çok fazla mutfak eşyası var. Onun için de onu uzun tutmayı düşündüm. Yarıyı geçtim 4 m'de. Ama mesela buranın tamamını kaplasam çok böyle kapalı bir alan oluşturacak gibi geldi. O yüzden hem kapının arkasında kalan, hem de yüksekliği yani bütün duvarı kaplamayan, rahatsız etmeyecek bir şey olarak 2 m aklıma geldi."	"Başka bir kriter olmadı. Dolap miktarının azaldığını düşündüm ama yine de 2,5 m'den daha büyük yaptığımda ulaşım yine zor olacaktı. Hem de burada şey tezgahın yüksekliğini alçalttım. Bu yüzden... "	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 37 (continued)

store cupboard (depth)	"Burada da yüksekliği büyük bir, yere dokunan, erzak tarzı şeylerin bulunduğu bir dolap var burada da. ... Kapaklı bir dolap." "Yine dolabın derinliğinin çok derin olmasını istemedim, arkalarda bir şeylerin kaybolmasını. O yüzden 60 cm dedim."	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (width)	"Tezgah ilk yazdığım da çok uzun geldi bana. 60 cm'e... böyle neredeyse 5 m'ye yakın bir tezgah oluşuyor, eğer köşeleri çıkarırsa... Ama sonradan düşündüm. Bir, kapıya baktım kapının 1 m olduğunu düşünerek. 5 m çok da büyük gelmedi bir mutfak tezgahı için. Sonuçta musluğu var, ocağı var. O yüzden de, öyle tamamını şey yapmak istedim. Yanını normalde kullanırken tezgah çok fazla kullanılan bir yer mutfakta. Genelde uzun tercih ediliyor. O yüzden uzun yaptım."	"... boydan boya gidiyor, ta ki buraya kadar. Buzdolabı çünkü hala orada."	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	"60 cm, genel olarak ölçüyü... Yani nasıl diyim... 60 veya 80 arası bir şey olduğunu biliyordum mutfak tezgahlarının genelde. 80 çok büyük geldi şuradan kağıda bakınca; 50 cm'e (çizim yaptığı 35x50 kağıdı referans gösteriyor). O yüzden 60 dedim."	"60'ı değiştirmeme gerek olup olmadığını düşündüm. Ama musluğa yetiştirebiliyordum şeyde (uygulamada). Yine 60'tı o da. Onun için onu değiştirmeme gerek olduğunu düşünmedim."	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	(Given measurement: 70-80 cm) "Tezgahın yüksekliğini daha alçak yaptım." "...tezgahı ben kullanım açısından daha kolay olsun diye alçalttım." "70-80 cm gibi. Burada altına da çekmece ... gibi birşey koydum. Çünkü hala eşya koymak için bir yere ihtiyacımız var. Ama bu çekmeceler çok geniş değiller. Çünkü sonuçta altına girip, yani bir masa gibi kullanıp tezgahın üstünü kullanması lazım diye düşündüm, oturduğu için. Onun için çok... Yani 55 cm'den... nasıl diyim... 60-65 cm kadar altında bir boşluk kalıyor. ... Çekmecelerin altı boş." "80-70 cm'i belirleyip... o 60 cm daha doğru belli idi, altta öyle bir boşluk bırakacağım." "Yine aynı mantıkla; 55 (tekerlekli sandalyenin oturak yüksekliği), kafa hizasının altında kollarımın nereye yetiştirilir, 25 cm ekledim 55'e. Onu sorduğum için. Oradan. ... O 55'ten geldi. ... 55'ten fazla bırakıyorum onu. 65 falan bırakıyorum, sonuçta bacak şeyi var, o var." "...(tezgah altı boşluk:) oturduğum yer 55 cm yerden yukarıda. Tezgaha sonuçta ulaşabilmesi için şöyle bir uzaklıktan ulaşamaz böyle. Onun yaklaşması gerekiyor. İçine, altına girebilmesi için de bir 15 cm kadar yüksekliğe ihtiyaç duyacağını düşündüm, o yüzden."	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
drawer (vertical depth)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Aşağıda 65 cm kalacak gibi. Mesela 80 ise buralar 15 cm kadar falan. İnce çekmeceler bunlar. El altında kullanabileceği şeyler için; çatal-bıçak, bez, ufak şeyler için. Tabak bile konulabilir yani, ben koydum."	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 37 (continued)

wider drawer (vertical depth)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Bunlar genişler. Daha çok tencere kullanımları için. Çünkü bunların (küçük çekmecelerin) altına girmesi şart. Buraya (küçük çekmelere) başka bir şeyler koyarsa çok dibine kadar ulaşmasına gerek yok diye, bu biraz daha geniş çekmeceler var bazı yerlerinde ama hangilerine koyabileceğimi seçemediğim için en köşeye koymayı seçtim." "Aşağıda onlarda 55 cm bırakacaklar. Yani burada 65 ise, bu 25'e kadar falan çıkıyor, 25 cm kadar falan. ... Sadece derinliği fazla, içine daha rahat bir şeyler konulabilmesi için."	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
dishwasher (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Çok belli değil yani. Ama genel olarak... .. Genelde 90 ve 1 m olduğunu düşünüyordum. O yüzden tezgah da genelde o kadardır... hatta şunu (uygulamadaki tezgah yüksekliği) size sordum; 90'ı galiba. ... Ondan dolayı. Bir öncekinde çünkü tahmin edememiştim onu. 90 olduğunda ben bunu 80 veya 70'e indirdiğimde (...bulaşık makinesi ve fırın, tezgahın...) altına sığamayacağı için kenara koydum. Genişlikleri konusunda bir fikrim yok"	Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
oven (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Çok belli değil yani. Ama genel olarak... .. Genelde 90 ve 1 m olduğunu düşünüyordum. O yüzden tezgah da genelde o kadardır... hatta şunu (uygulamadaki tezgah yüksekliği) size sordum; 90'ı galiba. ... Ondan dolayı. Bir öncekinde çünkü tahmin edememiştim onu. 90 olduğunda ben bunu 80 veya 70'e indirdiğimde (...bulaşık makinesi ve fırın, tezgahın...) altına sığamayacağı için kenara koydum. Genişlikleri konusunda bir fikrim yok"	Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	
fridge (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Yüksekliği 1,5-2 arası bir şey olması tahminim ama sadece. Belli değil yani."	
	NA	UNISTRUCTURAL	
window (height from ground)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	<i>(Represented without measurement)</i> "Sürgülü yazdım. Alttan üste doğru gidiyor. Mesela tezgahın sonuna kadar rahatlıkla erişebildiği için bunu da yukarı kaldırabilir diye düşündüm. Buraya ve buraya pencere koyduğunda, genelde mutfaklarda zaten sürgülü kullanılıyor. Onun için de alttan sürgülü yukarıya doğru daha rahat olabilir diye düşündüm. ... 2 tane var. 2 bölüm. ...onları (boyutlarını) belirlemedim."	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
cooktop (depth)	<i>(Not proposed)</i>	"Genel olarak ama 60 derinlik olarak düşündüm. Genel olarak kare oluyorlar. 60'a 60 olabilir."	
	NA	UNISTRUCTURAL	
fridge (width)	"Genişliğini pek bilmiyorum. Yani bir fikir yürütemedim o konuda."	"Genişliği 60'a yakın bir şey gibi düşündüm. Onlar da kare gibi gözüküyor genelde. Ama tabii çift kapaklılar falan değişiyor ama tek kapaklı olarak düşündüm. 60cm yani genelde. 60-70 civarı birşey"	
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
fridge (depth)	"60 cm, genel olarak ölçüyü... Yani nasıl diyim... 60 veya 80 arası bir şey olduğunu biliyordum mutfak tezgahlarının genelde. 80 çok büyük geldi şuradan kağıda bakınca; 50 cm'e (çizim yaptığı 35x50 kağıdı referans gösteriyor). O yüzden 60 dedim." "Onu da aynı mantıkla. 60 veya 80 olduğunu biliyordum. Yani genelde bütün buzdolapları tezgahın bittiği noktada bitiyorlar. O yüzden, aynı düşündüm."	<i>(Not changed)</i> "Yine derinliği 60 cm."	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 37 (continued)

balcony/terrace door (height)	<i>(Represented without measurement)</i> "Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	<i>(Represented without measurement)</i> "Kapının yüksekliğini düşünmedim."	Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	
balcony/terrace door opening (width)	<i>(Given measurement: 75 cm)</i> "Buradan da bir kapı gibi dışarıya daha doğrusu balkondur veya dışarıdır eğer en alt kattaysa gibi büyük bir cam kapı var." "Cam kapının sürgülü olduğunu düşündüm. İçinden biri geçerken, yarı yarıya sürgülü olduğu için, genişliğinin anca geçeceğini düşündüm." "Bütün 1,5 m cam ortadan bölünüyor, ve sürgü geçiyor diğerine." "İki taraf da açılabilir yani. Böyle geçiyorlar. Sürgülü sistem var. ... diğeri diğerinin önüne geçti." "Bilmiyorum, o konuda çok düşünmedim. Genel olarak, şey olarak canlandırdım, günlük hayatta gördüğüm camlar ona yakındı ölçüleri. O yüzden öyle yaptım, yani o kadar çok düşünmedim onun üzerine."	"Ama bu sefer cam kapıyı şey yaptım; buzdolabının arkasına giriyor cam birazcık daha. Çünkü 75 cm dardı... Onu düşündüm. O yüzden bu böyle arkaya doğru giriyor ama burada pek onu nasıl göstereceğimi bilemedim." "Burada tek parça gibi. Ama şuraya kadar falan mesela. Burada bir kasa var. Bunun arkaya kayabilmesi için. Bunu arkaya doğru itiyor. Yine 1,5 m genişliği. Açıldığı zaman 1,3 falan, 1,2. Çünkü burada (cam kapının duvar içerisine kayabileceği alan) o kadar çok alan yok." "(Tekerlekli sandalyenin) Genişliğini sormuştum 70 olarak. ... Oradan düşündüm. 1 m, 1,2'den falan çok rahat geçebilir diye düşündüm. ... Başka bir kriterim yoktu."	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
wall shelf (width)	<i>(Given measurement: 150 cm)</i> "...az miktarda dolap var. Çünkü buranın (tezgahın) üzerine de cam koydum. ... (tezgahın) Altlarında (dolap) var. Bir burada bir dolap var. Burada tabak veya şey, nasıl diyim, tabaklar buraya konulsa, bardakları masa için ulaşımı kolay olarak burayı daha rahat olduğunu düşündüm. O yüzden 1,5 m de ancak yeter gibi geldi." "Bardak veya tabak yani masa için kullanımı için"	<i>(Not changed)</i> "Raf genişliği yine bir öncekinde dediğim gibi 1,5 m düşündüm."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
wall shelf (depth)	"İçine çok fazla, nasıl diyim bir şey konulup, hem açık olduğu için bir şey konulduğunda dipleri böyle çok karmaşık gözükmeye diye az bir miktar. Hem de genel olarak bardak için düşündüğümde, ulaşımı çok zor olmasın diye 40 cm düşündüm." "Bardak veya tabak yani, masa için, kullanımı için."	<i>(Not changed)</i> "...genişliği yine 40 cm."	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
wall shelf (height)	"Burada bir tane yüksek bir dolap var. Yani böyle yüksekliği... şey, asılı duruyor yani yere dokunmuyor." "Yükseklik hiç bir şekilde burada yok. Yetiştiremedim onu, burayı düşünürken..."	"Burada yine yüksekte bir dolabım var. Ama bu sefer buradaki (erzak dolabındaki) hizalarla aynı mantıkta, şunun gibi. Bunun kapakları yok." "Yüksekliği de yine 80 cm yerden yüksekliği, (dikey uzunluğu) 50 cm şu karşıdaki gibi. Aynı hizada karşılıklı bakıyorlar." "Bu sefer belli. Evet, 80'den başlıyor. (dikey uzunluğu) 50'ye kadar gidiyor." "...dolaplardaki aynı mantıkla belirledim. Tekerlekli sandalyede oturan bir insanın ulaşabileceği, göz hizasında görebileceği yere kadar."	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
distance between wall shelf and other wall	<i>(Given measurement: 40 cm)</i> "Bir boşluk var orada. Yani tamamen sıfıra sıfır başlamıyor bu dolap." "Bitişik olması, böyle bir şey alırken veya bir şey yaparken çarpma şeyi gibi geldi. O yüzden uzak koydum ama hiç emin değilim yani o konuda."	"Şimdi bu duvar 4 m ya. Şimdi 1,5'ünü kullandığımda burada 2,5 m'lik bir alan kalıyor. Buranın (rafın) tamamını sıfır olarak buraya (duvara) bunu yaklaştırdım. Burada 40 cm'im vardı. Ama artık burada buraya yapışık. Çünkü bu cam şey olması lazım. Çünkü 1,5... Mesela burada 75 cm açılıyordu. Burada 1,3'e kadar açılması lazım, ya da 1,2'ye kadar. Onun için de burası, her şey	

Table 37 (continued)

dist. between wall shelf and other wall (cont'd)		birbirine yaklaştı. Bu (raf) duvara yaklaştı. Cam dolaba yaklaştı. Burada (kapı-raf arası) daha çok boşluk bırakıldı, onun (cam kapının) açılabilmesi için."	
	UNISTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
distance between wall shelf and table	"Bunu daha çok burada (asılı raf - masa arasında) 1 m civarı bir şey kalmasını istiyordum, yani geniş olarak. Burada (raf-masa arasında) sonuçta dönülecek, oturalacak, arkasından biri geçecek; daha büyük şeklinde..." "Burada bir dolap var. Kapağı yok, böyle açık. Bu yüzden burada kapı... veya şey gereksinimi yoktu yani bir alan bırakmam gerekmiyordu kapaklar için. Bu yüzden de burada insanların oturmasını düşündüm." "Bu 1 m hem birileri burada otururken hem de buradan bir şey alınabilmesi için 1 m genişliğinde düşündüm."	"Önceden bu 1 m idi bende. 1 m'de ama 70 cm'lik bir tekerlekli sandalyenin dönmesi çok rahat değil diye düşündüm. Mesela düz girdiyse geri geri çıkmak zorunda kalacaktı. Ben de rahat dönebilsem diye 1,5 m yaptım. Yani iki tane yan yana tekerlekli sandalye sığarsa dönebilir diye düşündüm."	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
table (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Masayı 10 cm yukarı almıştım. ... O da normal yüksekliğinden 10 cm yüksekti ama bunu da 80 yaptığımız için şu 10 cm yok oldu. Şunların şu an altları aynı hizada." "70-80 cm arası. ... Bir insanın kollarıyla, yani yemek yiebilmesi için, böyle göğüs hizasının altına gelecek bir biçimde düşününce, buradan baktım tahminimce oturduğum yere ne kadar uzaklıktayım diye. Oradan."	
	NA	MULTISTRUCTURAL	
table (width)	"Bu masa; ortaya kadar giden." "Önce masayı yerleştirdim. Çünkü masa koymak istiyordum. Masa da; mesela nasıl diyim, bir duvara şöyle dayamış olsaydım masayı insanlar bu tarafa doğru oturup yiyecekti ve birbirlerini göremeyecekti. Bu yüzden dikey yerleştirip, böyle oturlarlarsa daha çok birbirlerini görüp, hem de konuşabilme olasılıklarından dolayı böyle düşündüm." "Onu tamamen atmış olabilirim. Yani şöyle, uzunluğun tamamen kısa olmasını istemedim, kareye dönüşmesini buranın. Çünkü birden fazla kişi kullanılabilir olması gerekiyordu. Bu yüzden 1 m'den uzun olmasını istedim. O zaman da "1,5 mu, 2 mi" diye düşündüm, 2'de karar kıldım yani, genel olarak burayı da kitlemediğini fark edince..."	"1,5 m, kıstım. 2m idi. ... Çünkü burada yine sandalyenin rahat rahat dönüp hareket edebilmesi için tekerlekli sandalyenin. ... buradaki (masa-tezgah arasındaki) alanı genişletmem gerektiğine karar verdim. Ve burayı daha geniş bir alan olarak bıraktım."	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
table (depth)	"Şöyle ki, mutfakta bazı sesler olabilir. Hem de çok fazla cam var. 1 m olursa hem karşıdakiyle çok uzak olmuyorsun; ulaşmak – yani nasıl diyeyim bir şey uzatırsın, bir şey alırsın- onun için zorlanmıyorsun. Karşında biri oturmasına göre istedim çünkü burayı. Hem de konuşurken ses olarak duyabiliyorsun, onun için. Daha yakın olursa daha çok şey olabileceğini düşündüm. 1 m'de de tabakların rahatlıkla sığabileceğine inandım." "Yani 1m'yi öyle düşündüm, genel olarak. 2 düşündüm önce bi, dedim ki çok uzak. Ondan sonra 1'e indirdim."	"Düşünmedim, olduğu gibi bıraktım. Sadece buradaki sandalyeleri tabure olup altına girebilmesini düşündüm masanın. Çünkü burada dönebilmesi için alan bırakması gerekiyordu. Sandalyenin belli bir cm yer kaplamaması gerekiyordu. O yüzden bunları tabure şekline dönüştürdüm. Burada da çizdim altına giriyor."	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 37 (continued)

distance between table and door	"Bunu daha çok burada (asılı raf - masa arasında) 1 m civarı bir şey kalmasını istiyordum, yani geniş olarak. Burada (raf-masa arasında) sonuçta dönülecek, oturulacak, arkasından biri geçecek; daha büyük şeklinde... Hem de buranın (masanın) tam olarak kapıyla bitişik olmamasını istiyordum. Çünkü bu alan; girdiğin anda bir şey taşırırsın, bir şey vardır elinde diye. Bu yüzden böyle bir ölçü çıktı karşıma, hesaplayınca, 5 m'den." "... önce orayı (raf-masa). Şu (masa-kapı) en son yazılan ölçü bu duvarda."	"...(giriş kapısı) sürgülü kapı oldu. Bir de kapı genişledi, sürgülü olduğu için." "Bu yüzden de burada ve burada boşluk bırakmama gerek kalmadı. Çünkü bir kapı açıldığında veya kapı bu tarafa açıldığında bir alan teşkil etmiyor. Buradaki kapaklar gayet rahatlıkla açılabilir. Burada da problem olmaz diye düşündüm."	
	UNISTRUCTURAL	NA	
door (width)	"1 m'lik kapımız var, buradan böyle." "1 m; klasik kapılar gibi geçti; yani normal, düz kapılardan düşündüm. Normal 90 kendisi, 10 da kasası gibi bir 1 m verdim." "1 m idi. Sürgülü değildi. Normal açıyordu."	"...sürgülü kapı oldu. Bir de kapı genişledi, sürgülü olduğu için." "İki parça, birbirinin içine giriyor. ... Duvara doğru da giriyor. Çünkü 1,5'u ikiye böldüğümde 75 cm yeterli olmaz. O yüzden bu tarafa doğru açılıyor. Bu 60 cm'i de kullanıyor. ... 2,1 gibi bir ölçüden 1m kadar bir açıklığa kadar gelebiliyor. ... 1 m açılabilir yani sürgülü kapı." "1,5'u böldüğümde 75 cm yetmiyordu. Bu yüzden de bunun bu taraftan işte bu 60 cm'i de içine alıp sürgünün buradan arkaya kadar gitmesini istedim. Bu yüzden de 2m gibi bir alanım kazanıyordum. 1 m açıklıkta 70 cm... Tamamı açık olacak çünkü 1 m'nin. 70 cm'in geçebileceğini düşündüm, tekerlekli sandalyenin."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (height)	"Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	"Kapının yüksekliğini düşünmedim."	Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	"Genel olarak bir dikdörtgen seçtim; 5'e 4 oranında; 20 m2 olarak." "...önce "5'e 4"ü belirledim." "...neden bu taraf 5; çünkü girişi 5'ten vermek istedim. Çünkü eğer girişi 4'ten verdiğimde çok bi, böyle nasıl diyim 4'lük bir kısmı alan olarak kapattığını düşündüm. O yüzden. Niye "5'e 4"e gelince, mesela 20'yi düşündüm. Nasıl olabilir, daha çok kareye yakın bir dikdörtgen kullanırsam daha rahat hem de daha az dolaşarak hem her tarafına ulaşım daha kolay olabileceği için seçtim."	"Tekrar düşünüp değiştirme gereksinimi duymadım yani. Düşünmedim o kadar spesifik olarak."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
ceiling (height)	<i>(Represented without measurement)</i> "Tavan yüksekliği belli değil." "Hiç yükseklik bunda belirleyemedim bunda, yetişmedi."	<i>(Represented without measurement)</i> "Tavan yüksekliğini belirlemedim."	Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	

Table 38: Analysis of coded verbal reports of Participant-13

P-13	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
distance between store cupboard and door	- size of another volume	- size of another volume	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
store cupboard (height from ground)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
store cupboard (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
store cupboard (width)	- intrinsic function of the object	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
store cupboard (depth)	- intrinsic function of the object	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (width)	- intrinsic function of the object - recalling an example from daily life	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- idea of a standard measurement	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.) (In addition to the previous session:) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
countertop (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - intrinsic function of a part of the object, which is assigned additionally	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
drawer (vertical depth)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- intrinsic function of the object	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
wider drawer (vertical depth)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- intrinsic function of the object	Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	
dishwasher (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- idea of a standard measurement	Observation
	NA	UNISTRUCTURAL	

Table 38 (continued)

oven (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- idea of a standard measurement	Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	
fridge (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- idea of a standard measurement	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
window (height from ground)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
cooktop (depth)	(Not proposed)	- idea of a standard measurement	
	NA	UNISTRUCUTURAL	
fridge (width)	- could not come up with any idea	- idea of a standard measurement	
	PRESTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
fridge (depth)	- idea of a standard measurement	(Not changed)	
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
balcony/terrace door (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- ignoring/neglecting	Observation
	NA	PRESTRUCUTURAL	
balcony/terrace door opening (width)	- body size - recalling an example from daily life	(In addition to the previous session:) - wheelchair size	Measurement, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
wall shelf (width)	- intrinsic function of the object	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCUTURAL	UNISTRUCUTURAL	
wall shelf (depth)	- activity/movement involved in a use case - intrinsic function of the object	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
wall shelf (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
distance between wall shelf and other wall	- activity/movement involved in a use case	(Not proposed) - limited/aligned with irrelevant volume	
	UNISTRUCUTURAL	NA	
distance between wall shelf and table	- body size - activity/movement involved in a use case (a) - activity/movement involved in a use case (b)	(In addition to the previous session:) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (c)	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	

Table 38 (continued)

table (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- chair size and body size - activity/movement involved in a use case	
	NA	MULTISTRUCTURAL	
table (width)	- body size - limited/aligned with circulation area	(In addition to the previous session:) - limited/aligned with circulation area	Measurement, Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
table (depth)	- activity/movement involved in a use case - intrinsic function of the object	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
distance between table and door	- activity/movement involved in a use case (limited/aligned with irrelevant volume)	(Irrelevant information)	
	UNISTRUCTURAL	NA	
door (width)	- idea of a standard measurement	(Design is altered) - wheelchair size	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- ignoring/neglecting	Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- spatial organization	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
ceiling (height)	(Participant reports that she could not have enough time.)	- ignoring/neglecting	Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	

Table 39: Analysis of verbal reports of Participant-14

P-14	SESSION - 1	SESSION - 3	Application Utilisation
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	
horizontal offset between horizontal windows	"Onun sebebi, hani alt alta iki tane olsaydı sıkıcı dururdu. O yüzden biraz değişik olsun diye düşündüm. Bu sefer de tam ortadan başlamasın, her şey tam ortadan zaten, biraz aykırı olsun diye 0,5 düşündüm."	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (horizontal position)	"... "buzdolabından 0,25 m sağda." "Önce bunların arasında 0,5 olduğuna karar verdim. Sonra toplam... Yanlış bir hesap yapmışım aslında. 2 m oluyor. Aslında yarım metre olacaktı o genişlik. Hani böyle tam ortada simetrik dursun diye... Simetrik değil de hani tam ortaya otursun ikisinin toplamı diye düşündüm."	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (height from ground)	(Represented without measurement) "Onları hiç düşünmedim koyarken ya."	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (height)	(Represented without measurement) "Bir fikrim yok."	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (width)	"Odanın boyuna göre. ... Zaten 1m buzdolabı kapatıyor. Onun arkasında pencere olamaz diye düşündüm. Sonra elimde 4 m kalıyordu. Ben buraya 2 tane pencere koymayı istedim. İşte en uygun 1,5 m oldu yani kısacası." "... onu (odanın boyutunu) düşünerek. Sadece 3 m'yi kaplasın diye düşündüm, daha da dışarıya çıkmasın." "Şu yandaki, köşede kalanın (tezgahın köşe kısmının) üzerinde durmasın diye düşündüm, pencere. O yüzden de hani 3m'ye sığdırırken en uygun 1,5 m oldu."	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
fridge (height)	"Sonra yüksekliğe çok şey de diyemedim. 1 m olsa insan boyu kadar. O zaman daha fazla olmalı dedim. 1,5 m de... 1,5 m daha iyi olurdu ama 2 m dedim, hani daha geniş olsun diye."	(Not changed)	
	NA	NA	
freezer (height)	"Altta açılabilen bir bölme olsun dedim. Tekerlekli sandalyeli biri ulaşabilsin diye düşündüm."	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (depth)	"Onun için şey düşündüm. Buzdolapları daha önde oluyor ya. Bir de daha geniş oluyor iç yerleri. O yüzden 120 cm vereyim dedim. ... Biraz daha derin."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 39 (continued)

fridge (width)	"... gride uygun."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
faucet (height from countertop)	"Bir fikrim yok. ... Kullanım olarak düşündüm hani..." "Musluklar şöyle çembersel oluyor ya. Benimki de tam çembersel olsun dedim, hani oval gibi değil de tam çember olsun dedim. Şimdi, üstü çember olacak -yarım çember. Tam böyle yarım çemberi koyarsam çok saçma bir şey olur diye düşündüm. Hani birazcık yukarıda olması lazım o çemberin diye düşündüm. Sonra işte kaç cm olsun? 10 cm az gelir. 20 cm yapalım, insanlar rahat rahat bir şeyleri yıkasınlar diye."	(Not changed)	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
sink (width)	"Tezgah genişliği (derinliği) 1 m ya. İşte onun ortasına otursun, birazcık da pay bırakayım dedim. 10 cm pay bıraksam iki taraftan da, 80 oluyor. 80'in yarısı da 40." "Çembersel lavabolar zaten hani şey ya, modern anlaşılıyor. Modern gibi gözüküyor. İşte birazcık modern olsun diye çembersel. Yani onun yerinde dikdörtgen falan koyabilirdim ama çembersel daha böyle tatlı geldi."	(Not changed)	Observation
	NA	NA	
sink (location on width)	"3 m'nin ortasında. Yarım küre şeklinde bir şey." "Yani hem ocağa çok yakın olmasın diye düşündüm, hem de buzdolabına çok yakın olmasın diye düşündüm. Saçma sapan bir rakam atmak yerine tam ortasında olsun diye düşündüm. O yüzden ortaya koydum."	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (width)	"Çünkü hani bu 1 m gride giriyor ya. Yanlardan 5'er 5'er bırakayım dedim."	"O da işte önceki gibi. 1 m ya. Pay bırakınca.. 5-5 bıraktım yukarıdan, yanlardan da 5-5 bırakayım mantığı devam ediyor. Öyle 90 oldu."	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (vertical depth)	"Derin bir şey olsun dedim. İçine çünkü tencere koyacak, çatal-bıçak, tabak her şeyi koyacak. O yüzden derin bir şey olsun dedim. Çok da abartmıyım dedim. 45; gayet iyi oldu." "Çünkü hani bu 1 m gride giriyor ya. Yanlardan 5'er 5'er bırakayım dedim. O zaman üstten de 5 bırakayım dedim hani eşit olsun."	"Yine bir et kalınlığı verecektim. Normalde tezgahların toplam yüksekliği 90 olacaktı. 40 zaten boş bıraktım (bkz. çekmece - yerden yükseklik), 50 kaldı kullanabileceğim. Sonra da işte boşluk bırakmak için de 5 cm bıraktım. Hani 40 cm işte dediğim gibi rahat olsun içine tencere mencece falan filan koyulabilsin diye." "40 daha böyle şey hani. 45 çok büyük, gereksiz büyük gibi geldi. 5 cm daha azaltınca sanki daha böyle az boşluk, daha <i>efficient</i> olacak gibi geldi." "Normalde 2,5 falan bırakabilirdim ama hani 5 bırakıp, 45'teki 5'i yok etmeye çalıştım."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (height from ground)	"Ya şimdi çekmeceleri şey diye düşündüm hani. Tekerlekli sandalyeli biri en alt çekmecedan bir şey alması çok zor olur. Hani bir de tencere falan konulan bişey olursa çok zor olur diye düşündüm. O yüzden o aşağısını böyle boş bırakmayı düşündüm. Sonra yukarıdan bir çekmece başlasın diye düşündüm. 30 cm de; şöyle elle falan ölçtüğüm zaman bu kadar sanırım, o kadar pay bıraksam yeterli, rahat olur diye düşündüm."	"Ama şeyi değiştirdim hani. Tezgah normalde düz iniyordu. Orasını, hani 40 cm bir boşluk var. Orası düz iniyordu." "Aslında şey düşünmeye çalıştım. Hani bir insan tekerlekli sandalye ile birazcık girsin. Daha lavaboya kolay erişsin falan, daha uzağa daha kolay erişsin diye düşündüm ama... 40 cm çok yeterli değil ama... Hiç değilse ayakları falan girer. Hani bir şekilde tasarruf." " Peki, sanal ortamdaki deneyimlerinin etkili olduğu tasarım kararları ne ikinci tasarımda? Yani birinciye göre değiştirdiğin... Ha hemen söyleyim. Hani tezgahın altında bi boşluk var demiştim. İşte tekerlekli sandalye girsin diye."	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	

Table 39 (continued)

countertop (height)	"Ama sanırım arkasında gerçekten bir neden yoktu hani. 1 m çok fazla geleceğini düşündüm. 80 daha doğru gibi geldi. O yüzden 80 yani. Çok düşündüğüm bir şey değildi yani."	"O simülasyonda 90 cm diye ben de 90 cm aldım." "Zaten önce 80 demiştim önceki çizimde. Hata payı vardır diye düşünmüştüm. 90 olunca da "ha yaklaşmışım, normal değeri 90 olmalı" diye düşündüm." "Kullanım açısından değil, bir insanın yarısına gelsin yeter diye düşünmüştüm."	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
countertop (depth)	"O da yine grid şeklinde yine 1 m."	"O da işte gridden geliyo. Yine aynı grid mantığıyla" "Tezgah derinliği iyiydi. Tezgah derinliğini düşünmedim. ... Yani güzel. 1 m alınca kolay bir şey yaratabiliyordum. O yüzden 1 m devam etsin diye düşündüm."	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
countertop (width)	"Aslında buzdolabını köşeye koymak istedim. O yüzden o kadar uzun oldu. Çünkü sanki buzdolabı köşede durması gerekiyor gibi hissettim. O yüzden tezgah da onu takip etmeli diye düşündüm. O yüzden o kadar uzun oldu."	(Not changed)	Observation
	NA	NA	
window (height from ground)	"Ocak bitince başlıyor gibi. ... Ya aslında şey diye düşündüm; ocak bitince 5 cm – 10 cm, birazcık aralık olsun öyle başlasın diye düşündüm. Ama onu yazmamışım oraya. ... Yani ne bileyim hani yemek yaparken yağ falan sığıryo ya da ne bileyim... Sanki orada bir boşluk, bir şey olması gerekiyormuş gibi, direk başlamaması lazım gibi hissettim."	"10 cm yukarıda bu sefer." "Orada bir boşluk olsun dedim. Yine aynı mantık. Önceden öyleydi. O yüzden şimdi de aynı olsun dedim." "...bu sefer bir rakam verdim."	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
window (height)	"Kare olmasın dedim. O yüzden 2 m iyi geldi." ".. kare olmasın diye. Sadece o nedenle." "Tavanı geçiyordu o."	"Önceden 2 m idi. Bu sefer değiştireyim dedim. Hani istemesem de kare oldu o. ... Tavan yüksekliğine oturması için." "Çünkü bi de aspiratör koycağım. Onu düşünerek" "Bilmiyorum böyle hani bir şeye 1, 2, 3 falan demek insanı rahatlatıyor ama 1.20, 1.30, 1.40 falan deyince böyle çok alışılmışın dışında ya; O yüzden insan rahat edemiyor onları duyunca. O yüzden 1 dedim."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
window (width)	"Hani ocak da 1 m ya. Onunla eşit olsun hani, devam eder gibi olsun dedim." "Yani daha böyle dominant bişey ya fırın. Normal bir tezgah değil de hani o... Çünkü şimdi tezgahlar mesela nasıl desem; turuncu olacak, mermer filan olacak. Sonra demir bir şey var. Demir daha da dominant gözüküyor. O zaman oraya koyayım dedim."	(Not changed) "Tekrar değerlendirmedim evet. Değerlendirmedığım için hala 1 m kalmış zaten."	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
aspirator duct (width)	"Ya o bir dik kare prizma. Borusu. ... 50'nin (aspiratör derinliğinin) yarısı diye düşündüm."	(Not changed)	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
aspirator (height)	(Represented without measurement) "Birincide belli değildi."	"Pencereye 1 m, şuraya (pencere ve aspiratör arası) 10 dedikten sonra elime 90 kaldı. İşte onu da oraya verdim. Kaç oldu? 80 cm falan kaldı işte. 30'unu da buraya vereyim dedim. Geri kalanını da yukarıya veririm diye düşündüm. Aspiratör sanki 30 cm'miş gibi düşündüm."	
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCURAL	
aspirator (depth)	"Gridi çok takip etmek istemedim. Çok ona bağlı kalmış gibi hissettim. O yüzden 50 yapayım dedim."	(Not changed)	
	NA	NA	

Table 39 (continued)

aspirator (width)	"O da 1 m, ocağı takip ediyor."	(Not changed)	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
cooktop (height)	<p>(Given measurement: 80 cm)</p> <p>"Küp. Yani öyle bir şey. ... Yüksekliği 80 ya da 1 falan... Onu çok düşünmedim. Tezgahın içine kusursuzca girdiğini varsaydım. O zaman 80 falan olması lazım."</p> <p>"Şey diye düşündüm hani tekerlekli sandalyeli biri fırını açarken rahat şey yapabilir mi? Ya da koymasam mı fırın diye düşündüm. Onun yerine mikrodalga fırın... Ama dedim fırın daha bi şirin duruyor hatta belki kullanabilir dedim. Sonra boyuna falan emin olamadım. 1 m'lik fırın mı olur falan, daha mı küçük olur falan... Sonra dedim 1 m olsun bari."</p> <p>"Yani çok mu büyük olur falan diye düşündüm. ... Düşünürken de hani mesela kendi evimdeki fırını, ocağı falan düşündüm. O kadar büyük mü ya dedim. Sonra koyayım bari dedim yani."</p>	<p>(Given measurement: 80 cm)</p> <p>(Same with worktop height again, according to other data)</p>	
	UNISTRUCURAL	NA	
cooktop (depth)	"Onda işte gridi düşündüm. ... Ya aslında kapağı açarken falan, onu düşünmem lazımdı ama.. Çok düşünmedim öyle ya."	"Tam tezgaha girsin diye."	
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
cooktop (width)	"Onda işte gridi düşündüm. ... Ya aslında kapağı açarken falan, onu düşünmem lazımdı ama.. Çok düşünmedim öyle ya."	"1 m çok fazlaydı. İçim rahat etmedi. ... Şöyle bir durdum hani 1 m'lik bir ocak düşündüm. Çok büyük, daha küçük olması lazım dedim. Ona göre. 90 cm; o da yani çok bi değişim olmadı ama daha kulağa rahat geldi."	
	UNISTRUCURAL	NA	
curved countertop (height)	"Ama sanırım arkasında gerçekten bir neden yoktu hani. 1 m çok fazla geleceğini düşündüm. 80 daha doğru gibi geldi. O yüzden 80 yani. Çok düşündüğüm bir şey değildi yani."	"... onu parçalara ayırdım falan. ... Hem üstte hem altta var raf. ... Aslında 40, 40, 40 yapacaktım. Sonra hani 90'ı geçiyordu boyları. O yüzden biri 30 olsun, yerdeki 30 olsun diye düşündüm. O yüzden biri 30, diğeri 40, sonra diğeri de 40 oldu. ... 90 cm'i yakalamak için öyle oldu. ... Özel bir sebebi yok. Alttaki 40 diye o da 40 olsun dedim. Çünkü içine eşya koyuyoruz falan. 30 cm de olabilirdi ama oraya ayak falan girecek diye düşündüm. Hani tekerlekli sandalyenin şeyi falan... Ondan bir farkı olması lazım dedim, o yüzden 40 cm yaptım." (Additionally, see "drawer (height from ground)"- 3rd session quotes)	Interaction, Observation
	UNISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
curved countertop (depth)	"Grid sistemi gibi yapmaya çalıştım aslında. ... 20 tane kare var dedim. İçine koyayım dedim. ... Gridin parçası olarak..."	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	
curved countertop (width)	"Grid sistemi gibi yapmaya çalıştım aslında. ... 20 tane kare var dedim. İçine koyayım dedim. ... Gridin parçası olarak..."	"Aslında 105 olacak, pardon. Yanlış hesaplamışım. Ocağın genişliğini azalttım ben. 90 oldu. Yanlardan 5'er 5'er bıraktım. O yüzden 105 oldu." "Onu şey diye düşündüm. Yarım çember var ya. Onların yanında bir tahta olması lazım diye düşündüm. İki yanına da tahta var ince. Çember şöyle gelmiş diye düşündüm. Orada zaten bir pay vermem lazım dedim. Hani et kalınlığı mı diyorlar? O işte. O yüzden 5 oradan gelsin, 5 de oradan gelsin. Tam böyle şurada tezgah değince... Yani kötü gözükecek gibi düşündüm. O yüzden daha estetik durması için."	Observation
	UNISTRUCURAL	UNISTRUCURAL	

Table 39 (continued)

door (width)	"Yani kendimi düşündüm. Geçen insanları falan düşündüm. Hani 1 m falan olması gerektiğini düşündüm, ya da onan biraz daha az. Ama 1 m'yi geçmeyecek. O civarlarda bir şey olması lazım." "1 m hani yuvarlak bir rakam ya hani o yüzden. ... Daha geniş olmaz diye düşündüm."	"İkinci kısımda da gelmedi hiç aklıma."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	"Önce 4'e 5 olması gerektiğini düşündüm. Ona göre yerleştirdim. ... 20 metrekare ya. İşte 4'e ve 5'e bölünüyor diye. 2'ye 10 çok uzun ve kullanımı kötü olan bir mutfak olur diye 4'e 5 yaptım."	"Yine 4x5. ... Yaptığım şeyden memnundum aslında."	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
ceiling (height)	"Yüksekliği burada 4 m. ... İnsan boyu 2 m falan desek. 1 m daha ekliyim. Sonra hani ferah olsun diye 1 m daha ekledim. Çok biraz abarttım gibi. Bir de hani burada ölçümleri yaparken hep tavana falan bakıyordum. Hani çünkü kasetler arası 1 m ya (deney ortamındaki tavandaki kaset kirişler). Oradan hesaplamaya çalışıyordum."	"Onu 3 m yaptım. 4 çok fazla geldi." "Uygulamada baktım. (Uygulamadaki tavanın...) Kaç cm olduğunu zaten size sordum. Sonra da hani 4 m'nin biraz fazla abartılı olduğunu düşündüm. O yüzden 3 yaptım. 2,80 de çok yarım kalmış bir rakamdı. 3 olsun, tam olsun."	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drop light (height from ground)	"Yukarıdan yüksekliği 1 m." "Yoo onda özel bir sebep yok."	(Not changed)	
	NA	NA	
drop light (width)	"Çapı da 40. Bir küre." "1m olmasın dedim çapı. O yüzden 40 dedim."	"Bilmiyorum, burada hep bir sürü şey 90 ya hani. Ondan esinlenerek, o da 90 olsun dedim çapı."	
	NA	UNISTRUCTURAL	
stool (width)	"Tahmin yani. 60 (çap) az mı olur diye düşündüm. 50 de (yarıçap) çok fazla olur diye düşündüm. 40 (yarıçap) arası..."	(Not changed)	
	NA	NA	
stool (height)	"Dedim şu anda oturduğum yerden zemin 60 falandır diye düşündüm. Yani tahmin ederek çıkartmaya çalıştım 60'ı."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
table (height)	"Onu vermedim de hani o da 80cm falan olcaktı" "Tezgahla bir olsun diye."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
table (width)	"Önce 90 cm'i düşündüm. Bir yerde 90 cm diye duymuştum bir masanın genişliği. Nerede hatırlamıyorum. 1 m de olması hani artık biraz gridden çıkayım dedim. Diğeri de 2 m civarı bir şey olsun, hadi 2,10 olsun. 10 cm oradan çalmışım gibi olsun dedim. Öyle yani."	(Not changed)	
	NA	NA	
table (depth)	"Önce 90 cm'i düşündüm. Bir yerde 90 cm diye duymuştum bir masanın genişliği. Nerede hatırlamıyorum. 1 m de olması hani artık biraz gridden çıkayım dedim."	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 40: Analysis of coded verbal reports of Participant-14

P-14	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
horizontal offset between horizontal windows	- irrelevant reasoning	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (horizontal position)	- irrelevant reasoning	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (height from ground)	- ignoring/neglecting	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (height)	- ignoring/neglecting	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
horizontal windows (width)	- limited/aligned with irrelevant volume	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
fridge (height)	(Not enough information)	(Not changed)	
	NA	NA	
freezer (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
fridge (depth)	- recalling an example from daily life (and correlating scale/measurement with another volume)	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
fridge (width)	- grid technique	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
faucet (height from countertop)	- activity/movement involved in a use case - size of objects addressed in the use case	(Not changed)	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
sink (width)	(Not enough information)	(Not changed)	Observation
	NA	NA	
sink (location on width)	- limited/aligned with functionally relevant volume - limited/aligned with functionally relevant volume	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 40 (continued)

drawer (width)	- grid technique - structural assumption	- grid technique - structural assumption	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (vertical depth)	- intrinsic function of the object - structural assumption	- intrinsic function of the object - structural assumption	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drawer (height from ground)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a)	(In addition to the previous session:) - wheelchair size - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	- idea of a standard measurement	(Decision is compared with the virtual example.) - idea of a standard measurement	Measurement, Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (depth)	- grid technique	- grid technique	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
countertop (width)	(Not enough information)	(Not changed)	Observation
	NA	NA	
window (height from ground)	- limited/aligned with relevant volume	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
window (height)	- ignoring/neglecting	- limited/aligned with irrelevant volume - limited/aligned with irrelevant volume	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
window (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
aspirator duct (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
aspirator (height)	- ignoring/neglecting	- idea of a standard measurement	
	PRESTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
aspirator (depth)	(No relevant information)	(Not changed)	
	NA	NA	
aspirator (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 40 (continued)

cooktop (height)	- correlating scale/measurement with another volume (and idea of a standard measurement; and recalling an example from daily life)	(Not enough information)	
	UNISTRUCTURAL	NA	
cooktop (depth)	- grid technique	- correlating scale/measurement with another volume	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
cooktop (width)	- grid technique	(Not enough information)	
	UNISTRUCTURAL	NA	
curved countertop (height)	- idea of a standard measurement	(In addition to the previous session:) (An additional function is assigned and integrated into the decision making process.) - correlating scale/measurement with another volume - intrinsic function of the object - wheelchair size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
curved countertop (depth)	- grid technique	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
curved countertop (width)	- grid technique	(In addition to the previous session:) - limited/aligned with irrelevant volume	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
door (width)	- body size	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- improvising	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
ceiling (height)	- body size - subjective feeling of spaciousness	(Decision is compared with the virtual example.)	Measurement, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
drop light (height from ground)	(Not enough information)	(Not changed)	
	NA	NA	
drop light (width)	(Not enough information)	- correlating scale/measurement with another volume	
	NA	UNISTRUCTURAL	
stool (width)	(Not enough information)	(Not changed)	
	NA	NA	
stool (height)	- recalling an example from daily life	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
table (height)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
table (width)	(Not enough information)	(Not changed)	
	NA	NA	
table (depth)	- idea of a standard measurement	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 41: Analysis of verbal reports of participant-15

P-15	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Quotes and SOLO Evaluation	Quotes and SOLO Evaluation	Application Utilisation
window above countertop (height from ground)	"Ben buraya bir tane pencere yaptım, biraz alçakta, ışık gelsin, hani o da faydalanabilsin diye." "Önce camı koydum, üstteki dolaplardan önce. Dışarıyı görmek güzel olur diyerekten." "Şimdi şöyle; şu musluğun bir miktar yüksekliği oluyor. Böyle tuvalet musluğu gibi direk böyle pıt diye açılacak bir şey olmadığı için biraz uzun oluyor. Buraya yazmayı unutmuşum ama, burayı yaklaşık 25-30 cm olarak düşündüm. ... Onu düşündüm sadece. Yani buraya mümkün olduğunca yakın olsun istedim ama tam bunun uzaklığıyla da ilgili emin olmadığım için..."	"Bu cam ve dolapları yine düşünmedim. Sadece camı ışık getirmesi için düşündüm. Yani böyle burada herhangi bir işle uğraşırken dışarıyı görsün diyerekten."	Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
window above countertop (width)	"Pencerenin boyutunun bunun (tezgahın) boyutuyla aynı olduğunu düşündüm ama... Genişliğinin aynen. Hani tamamen "böyle güzel olur" gibi bir tasarım kararı yani çok şey düşünmedim."	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
window above countertop (height)	"Düşünmedim. Ama şey böyle... Ona ne deniyor, kurdele mi deniyor? Öyle uzun, geniş bir pencere düşündüm yani."	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
countertop (depth)	"Ondan sonra aslında ben erişebilmesi için burayı (tezgah derinliği) 50 cm yaptım, yani normalden dar olduğunu düşündüm. Normalde daha geniş sanki, çünkü fırın falan koyuyoruz biz. Fırın baya geniş bir şey. Sonra işte bu ortadakini (ada tezgahı) yaptım. Çünkü burayı 20 cm'e kadar falan daraltamayacağım için, illa burada erişemeyeceği yerler olacaktı." "O da yine aynı şekilde; hem çok küçük bir alan olmasın, verimli şekilde kullanılabilsin, hem de maksimumda erişibilsin diye biraz. Yani mesela illaki burada duvara dayanacak şeyler oluyor. Ne bileyim deterjanlar falan genellikle buraya konuluyor işte. Yani tezgaha bir şey koyacaksınız ortasına koymuyorsunuz hani, genelde duvara yapıştırıp konumlandırıyoruz. O yüzden böyle düşündüm yani. Çok alçak şey olursa... İı... Daha az derinliği olursa hani kullanım açısından çok bir anlamı olmaz dedim. O yüzden ortada bıraktım. Öyle, kendimce..."	"Tezgahın formunu değiştirdim. Orada (VR) tezgah 60 cm'di derinliği. En uç noktasına ulaşamıyordum rahatlıkla. Yani bir şeye erişmeye çalışırken onu düşüneceğim de, önce bana doğru biraz şansım yaver gidecek gelecek gibi bir durum vardı. O yüzden böyle ortaya doğru daralan bir şey yapmak istedim. Yani en son artık böyle şey de... Mesela orada rahatlıkla hani bir şey de yıkayamazdım, elimi de yıkayamazdım. Orta tarafı 40 cm olacak şekilde, dışarıda 55 cm'den 40 cm'e doğru böyle gelen bir kıvrım olsun istedim. Yani buraları da... En fazla tabii burayı kullanabiliyor ama buralar da yine kullanabileceği bir ölçüğe indiğini düşündüm."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	

Table 41 (continued)

countertop (height)	"90-100 dedim. Yine kendi boyumdan yola çıktım. Arabanın da, yani tekerlekli sandalyenin de biraz yükselttiğini farz ederek ulaşabileceğini düşündüm biraz." "Kendi boyumdan düşündüm. İşte düşündüm bacak boyum ne kadardır diye. 1 m var mıdır, yok mudur falan... Normalde benim evde tezgah belimden yukarıya denk geliyor muhtemelen diye düşündüm. Keslikle, kalçamı geçtiği kesin hani. O yüzden 1 m'den yüksektir diye düşündüm bir tezgah. Ama daha alçak olmasını istedim. O yüzden 90-100 diye şey yaptım."	"Yüksekliği 75 cm yaptım işte, rahat rahat erişsin diye. Orada kaç cm idi şu anda hatırlamıyorum ama onu azalttım yani. ... Orada yani biraz görmek için de mesela kafamı kaldırmak, yerden destek alma ihtiyacı duyuyordum yani ucunda berisinde gerisinde ne var diyerekten. O yüzden böyle bir şey yaptım."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
cooktop (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "Aslında bir ocak muhtemelen 50 cm'den geniş." "Onları düşünmedim ya, hiç düşünmedim."	<i>(Represented without measurement)</i>	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
base cabinet doors (width)	"Şimdi şöyle; bir şeyin yanına gidiyor mesela sandalyesiyle, bir şeyi açmak istiyor. O şey ne kadar uzun olursa, onu açması için -yani onun yarıçapı kadar açılıyor ya neticede bir çeyrek çember tarıyor gibi-; ne kadar küçük olursa onunla deal etmesi, yani onunla başa çıkması, daha kolay olur diye düşündüm. O yüzden biraz küçük tuttum." "Normalde daha büyüktür diye düşündüm. Çünkü nasıl söyledim 50 cm çok büyük bir şey değil bence, işte şu kadar falan heralde. Normalde daha geniş oluyor hani. Çünkü işte böyle mutfakta daha büyük şeyler konuyor. O yüzden. Normalden küçük olmasını istedim yani."	"Değişmiş olması lazım. Ama onu hesap etmemişim. Sadece yüksekliğini düşündüm. Yani şu genel, şuranın uzunluğunu 2 m kabul ediyorum. Oraya göre işte beşe bölünüyor eşit şekilde. Yaklaşık ne kadar oluyor; 40'ar cm. Aslında küçülmüş baya. Gerek yok öyle bir şeye çok fazla ama."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
sink (width)	<i>(Represented without measurement)</i> "Lavaboya dair bir ölçü yok. Sadece bunun içine oturduğunu farzediyorum yani."	<i>(Represented without measurement)</i>	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
wall cabinet doors (width)	"Aşağıdakilerle aynı o da, 50. ... Bunu devam ettirsin diye hani... Genellikle aynı çünkü. Saçma görünür yani. Ya iki katı falan gibi bir şey olması lazım. İki katı da 1 m'lik bir dolapta çok büyük. Belki vardır emin de değilim ama. .. Aynı modül devam etsin istedim orda da sadece."	"Bu cam ve dolapları yine düşünmedim."	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
wall cabinet doors (height from ground)	<i>(Represented without measurement)</i> "Önce camı koydum, üstteki dolaplardan önce." "Hiç düşünmedim onu da. Yani sadece yerden tekerlekli sandalye kullanan bir insanın erişebileceği şekilde odaklandım. Onları düşünmedim hiç. ... O buralara zaten ulaşamıyor. O yüzden buraları düşünmedim. Yani oralara hiç bir şekilde ulaşamayacağını düşündüğüm için."	<i>(Represented without measurement)</i> "... dolapları yine düşünmedim."	Interaction, Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	
distance between counters	"Ortakdakiyle şurdaki (kenardaki tezgah) arasında 2 m uzaklık koydum. Hani rahatlıkla buradan manevrasını yapсын dönsün geçsin diyerekten." "Özellikle koydum ki oradan, hani şuradan dönüp rahatlıkla manevra yapabilsin, etrafında gezebilsin diye. Çünkü bir kolaylık yapıyoruz hani. Eğer oraya ulaşmak zor olursa hoş olmaz diyerekten."	"Buraya yazmamışım ama yine aynı şekilde 2 m düşündüm burasını, bununla buradaki tezgah arasındaki şeyi. İşte rahatlıkla her tarafta dönebilsin diye. Çünkü o sürede geri git geri gel falan çok da eğlenceli bir durum değil yani diye düşündüm kendim."	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 41 (continued)

island countertop (height)	<p>"90-100 dedim. Yine kendi boyumdan yola çıktım. Arabanın da, yani tekerlekli sandalyenin de biraz yükselttiğini farz ederek ulaşabileceğini düşündüm biraz."</p> <p>"Kendi boyumdan düşündüm. İşte düşündüm bacak boyum ne kadardır diye. 1 m var mıdır, yok mudur falan... Normalde benim evde tezgah belimden yukarıya denk geliyor muhtemelen diye düşündüm. Kesinlikle, kalçamı geçtiği kesin hani. O yüzden 1 m'den yüksektir diye düşündüm bir tezgah. Ama daha alçak olmasını istedim. O yüzden 90-100 diye şey yaptım."</p>	"Yine yerden yüksekliğini 75 yaptım. Diğer tezgahla aynı yükseklikte olsun diye."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
island countertop (depth)	<p>"Onu şöyle düşündüm. Buranın (tezgahın), çok fazla daraltmam diye düşündüm, her yerine erişmesi açısından. Böyle etrafında dolaşabileceği bir şey olsun dedim. Mesela şuradaki cisme buradan dolaşıp, buradan da erişebilir gibi... Böyle ortada da ayrı bir tezgah olsun diye düşündüm."</p> <p>"Sonra işte bu ortadakini yaptım. Çünkü burayı (tezgah derinliğini) 20 cm'e kadar falan daraltamayacağım için, illa burada erişemeyeceği yerler olacaktı. Her tarafından erişebileceği böyle bir şey yaptım."</p> <p>"Ben yine aslında burada aynı modülü (tezgah dolaplarında kullanılan modül) devam ettirdiğim için onları yazma ihtiyacı duymamışım heralde."</p> <p>"Dediğim gibi yine aynı modülün devamı gibi. Yani çünkü mutfak dolabı mesela almaya gidiyorsunuz belli şeyler var, ona göre alınıyor falan gibi. Yani ondan da öte, bir dolap yapmak istesem belli ölçüleri olur onu tekrar ederim bir şekilde uyduğu yere koyarım. Ya da elimdeki ölçüyü değerlendirerek orayı bölmeye çalışırım gibi düşündüm."</p>	"Ortadaki tezgahın formunu da aynı şekilde değiştirdim. O da 55 cm'den 40 cm'e doğru küçülerek geliyor. Yine burayı daha verimli kullanabileceğini düşündüm. Ama aynı şekilde yani çok da küçük kalmaması için buralarda da böyle birazcık daha büyük alanlar olsun diye. Yine erişebileceği şekilde düşündüm. Yani 55 cm'in her yerine olmasa da. Büyük oranda kullanılabilir diye öyle yaptım."	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
island countertop (width)	<p>"Onu şöyle düşündüm. Buranın (tezgahın), çok fazla daraltmam diye düşündüm, her yerine erişmesi açısından. Böyle etrafında dolaşabileceği bir şey olsun dedim. Mesela şuradaki cisme buradan dolaşıp, buradan da erişebilir gibi... Böyle ortada da ayrı bir tezgah olsun diye düşündüm."</p> <p>"Sonra işte bu ortadakini yaptım. Çünkü burayı (tezgah derinliğini) 20 cm'e kadar falan daraltamayacağım için, illa burada erişemeyeceği yerler olacaktı. Her tarafından erişebileceği böyle bir şey yaptım."</p> <p>"Ben yine aslında burada aynı modülü (tezgah dolaplarında kullanılan modül) devam ettirdiğim için onları yazma ihtiyacı duymamışım heralde."</p> <p>"Yani iki tane şey gibi böyle."</p> <p>"Yani bundan 50cm'e 50cm bir yer zaten küçük bir alan yani çok da verimli bir şekilde kullanabileceğini düşünmedim. Yani ben aslında burayı işte bir şeyler keser, yani çeşitli yemekler hazırlamak için kullanılacak aktiviteler olarak düşündüm. O yüzden biraz geniş olması iyi olur diye düşündüm. Annem hep şikayet ediyor mesela tezgahının geniş olmamasından. Rahatça çalışabilmek adına 1 m'nin yeterli genişlik olduğunu düşündüm yani."</p>	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	

Table 41 (continued)

distance between island counter and fridge	"Buzdolabından da 1 m uzakta. Aynen. Aslında orası işi biraz bozdu. Buzdolabını, kağıdım birazcık daha büyük olsaydı şuraya falan koyardım belki. Ama oraya koyuverdim onu yani çok şey yapmadım. Aslında 90 cm yerden geçtiğini farzediyorsam 1 m'den zaten geçebiliyor olması gerekiyor diye şey yapmadım."	(Not proposed)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	NA	
distance between counter and fridge	"Buzdolabı şunun bittiği yerden (ada tezgahın diğer tezgaha uzak tarafı) başlıyor. Öyle düşündüm. Yani 2.5 m öteden başlıyor."	(Not proposed)	
	UNISTRUCTURAL	NA	
fridge (depth)	"Buzdolabına dair hani bir şey düşünmedim. Daha genel ölçüleri ne kadardır diye düşünüp yazdım. Yani ona özel bir tasarım kararım yok." "Evet, evimdeki mutfağı düşündüm ne kadardır diye. Buzdolabının derinliği baya bir oluyor çünkü. Onu hesap etmeye çalıştım yani. Mesela ben tam onun arkasına yaslandığımda yarım benden daha gelebiliyor diyerekten, kendi gelişinden yola çıkarak bir 90-100 vardır heralde dedim. Aslında böyle yapınca zaten noluyo... ta şurayı falan geçiyor 90-100 dedimmi şeyi. Bunu hiç düşünmemişim muhtemelen."	"Buzdolabını kaldırdım sadece. Örnek mutfakta da yoktu diye onu çok düşünmek istemedim."	
	UNISTRUCTURAL	NA	
fridge (width)	"Buzdolabına dair hani bir şey düşünmedim. Daha genel ölçüleri ne kadardır diye düşünüp yazdım. Yani ona özel bir tasarım kararım yok." "Oraya doğru 70-80 cm oluyor da... Şu tarafata... Buna atıyorum 1 m dersem, burayla bunun arası gerçi 2 m... Yoo karşılıyormuş da bunu çok düşünmedim yani. Sadece kendi evimdeki ölçüyü düşündüm."	"Buzdolabını kaldırdım sadece. Örnek mutfakta da yoktu diye onu çok düşünmek istemedim."	
	UNISTRUCTURAL	NA	
window (height from ground)	(Not proposed) "Açılan bir pencere yok. Onu unutmuşum."	"Onları (diğer pencereleri) düşünmedim. Pencere ile ilgili tekrar değerlendirdiğim, orada tezgahın önüne geldiğimde her ne kadar tezgahın hemen üstünde bir pencere olsa da oraya ben böyle boynumu kaldırarak bakmam gerekiyordu ve hiç bir şekilde erişimim yoktu onu açmak adına. Onun yerine buraya bir tane cam ekledim. Onun (tekerlekli sandalye kullanıcısının) açabileceği yükseklikte, 75 cm yüksekliğinde kulbu olacak şekilde açılabilir bir cam koydum. Öyle düşündüm." "Onu çünkü tezgahın yüksekliğini de aynı şekilde düşünmüştüm. Gittiğinde kolaylıkla camın kulbunu açabilsin diye. Çünkü simülasyonda hani buradaki camı açmasının hiç bir olanağı yoktu yani. Kendi yönetiminde de bir cam olsa iyi olur diye düşündüm."	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCTURAL	

Table 41 (continued)

distance between counter and table	(No information)	"Duvar şurada bitiyor. Buradan şey başlıyor. Burası 2 m, bu da 2 m. Arada 1 m'lik bir boşluk var şurada camın olduğu yer için. Oraya da rahatlıkla girebilir diye düşündüm onu açmak için." "Yani şöyle. Bunların hepsini aynı anda düşündüm. Ona da o kadar kaldı gibi oldu yani. Masayı düşündüm, bunu düşündüm. Geriye de 1 m kaldı." "Mesela ilk düşündüğümde daha dar bir ölçü kalıyordu 50 cm gibi. Genişletmek istedim. Yani 1 m olsun istedim oradaki genişlik. Çünkü sandalyesiyle de rahatlıkla girebilsin, erişebilsin diyerekten."	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	NA	UNISTRUCURAL	
door (width)	"Sadece genişliğini düşündüm, rahatlıkla geçebileceği genişliği." "80-90 cm, yani heralde uygundur diye düşündüm. Aslında kilosuna falan bağlı olarak değişiyordu muhtemelen de. Standart bir kapı da sanırım bu genişlikte, çok da emin olmamakla beraber söylüyorum. Bilmiyorum, uygun gibi geldi. Yani şuradan referans aldım. İşte şurası 1 m ise, 1m baya geniş gibi geldi bana, yeter gibi geldi yani. ... Yani şey olarak geçebilmesi için, rahatlıkla bir yere çarpmadan, herhangi bir yerine zarar vermeden."	"Genişliğine 90 cm dedim. Simülasyonda da 90 cm'di, baya rahatça geçtim. Bir sıkıntı olmuyorsa özelleştirmeye gerek yok diye onu 90 cm bıraktım."	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	
door (height)	(Represented without measurement) "Kapının yüksekliğini de düşünmedim. Sadece genişliğini düşündüm..."	(Not changed) "Yok. Sadece kulpunun yüksekliğini düşündüm."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
door handle (height)	(Represented without measurement) "Sadece genişliğini düşündüm..."	"Sadece kulpunun yüksekliğini düşündüm. ... Simülasyonda yüksekliği 1 m idi. Aslında erişilebilir bir boydu, çok sorun değildi ama 95 cm olsun dedim. Böyle kendimi kötü hissetmiyim yani kolumu kaldırmak zorunda hissetmiyim diye 95 cm yaptım orayı."	Measurement, Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCURAL	
table (width)	"Yani masanın ölçülerini çok fazla düşünmedim hani çünkü sadece kendi yiyeceği alan. Normal bir insan da masanın her yerine erişemiyor, o yüzden." "Yani bizim evdeki mutfak masasını düşündüm. Bir de salonda yemek yediğimiz bir masa var. Salonda yediğimiz mesela kare şeklinde. O da heralde bu civarıdır diye yani. Mutfaktaki ince uzun mesela böyle herkes tek sıra halinde yiyebiliyor. Burada böyle daha bir, buraya da cam koyduğum için işte böyle etrafında daha bir dönülen, daha güzel bir alan olsun istedim yani. Karenin daha hoş olduğunu düşündüm. 2 m'yi de iki kişi yanyana rahat rahat yesin diye şey yaptım. Kolu molu çarpar, bir de şimdi normal bir sandalyeden eni daha geniş olduğu için diğer yandaki sandalye ile çarpmaması, girip çıkarken rahatsız etmemesi, ne bileyim işte bunun (masanın) ayağıyla rahatsızlık verici bir ilişki kurmak zorunda kalmasın diye. Yani 2 m'yi kendim geniş düşündüm. Genişçe olsun dedim."	(Not changed) "Masamın boyutunu da değiştirmedim."	
	MULTISTRUCURAL	MULTISTRUCURAL	

Table 41 (continued)

table (height)	"Masanın yerden yüksekliğini 70-80 cm olarak düşündüm. Böyle kendim oturduğumda, benim boyum işte 1.55 civarı. İşte kendi dizimden aşağısı ne kadardır, işte onu ne kadar kaldırır falan gibi ortalama 70-80 cm yükseklikte olursa rahatlıkla oraya girebileceğini düşündüm." "Yani böyle rahatça oturdu mu elinin altında olsun istedim yani. Böyle yukarı doğru uzanarak yemek zorunda kalmasın istedim."	"Sadece yerden yüksekliğini değiştirdim. Yerden yüksekliğini 70 cm yaptım. 90 cm bir tezgaha böyle erişebiliyorsam, yani o yükseklikte bir şeyde de yemek yemek istemem hani böyle elimi kolumu kaldırıp. Demekki kolumu kaldırıyorsam işte yaklaşık göğsümün üstüne falan denk geliyordur. Rahat olmaz diye onu aşağıya çektim. Böyle daha rahat olacağını düşündüm hani yemek yemenin, camla ilişki kurmanın..."	
	RELATIONAL	RELATIONAL	
east window (width)	<i>(Given measurement: 200 cm)</i> "Yani yaklaşık yarısı falan camdır diye düşündüm. Geri kalanı normal duvar. ... Onu şeye göre belirledim, masanın genişliğine göre. Yani o masaya özel bir cammış gibi olsun istedim."	<i>(Not changed)</i> "Aynı duruyor. ... O güzeldi bence."	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	"Mutfağın boyutları sadece aşmayacağımı düşünerek yaptım yani. Tam olarak şey yapmadım yani. Şuranın 5 m, bu tarafın da 4 m olduğunu düşünerek yaptım." "Çünkü 20 metrekare bir alan. 2x10 yapsam ince uzun saçma bir yer olacaktı. Ölçüsü kolay olduğu için 4x5 uygun diye düşündüm."	<i>(Not changed)</i> "Aynı şekilde."	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
ceiling (height)	<i>(Represented without measurement)</i> "Tavan yüksekliği belli değil. Sadece yerden çıkan yükseklikleri düşündüm. Total yüksekliği hesap etmedim."	<i>(Represented without measurement)</i> "Yüksekliğini yine düşünmedim. Yani tavan yüksekliğini hesap etmedim. Sadece yerden yükselen, erişilebilirlik yüksekliklerini düşündüm."	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

Table 42: Analysis of coded verbal reports of Participant-15

P-15	SESSION - 1	SESSION - 3	
Decision Type	Coding and SOLO Evaluation	Coding and SOLO Evaluation	Application Utilisation
window above countertop (height from ground)	- wheelchair size and body size - limited/aligned with irrelevant volume	(No new consideration)	Interaction, Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
window above countertop (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
window above countertop (height)	- ignoring/neglecting	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
countertop (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (a) - idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life; and correlating scale/measurement with another volume) - intrinsic function of the object	(Decision is compared with the virtual example.) (Design is transformed based on similar criteria.) (In addition to the previous session:) - wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case (b) --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	RELATIONAL	
countertop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
cooktop (width)	- ignoring/neglecting	- ignoring/neglecting	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
base cabinet doors (width)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - idea of a standard measurement - intrinsic function of the object	(Design is transformed in a similar manner. However participant reports that she did not put much more thought into it.) (No new consideration)	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
sink (width)	- ignoring/neglecting	- ignoring/neglecting	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
wall cabinet doors (width)	- repeating a modular design	(No new consideration)	Observation
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	

Table 42 (continued)

wall cabinet doors (height from ground)	(Measurement is evaluated. It is based on the concerns below.) (- wheelchair size and body size) (- activity/movement involved in a use case)	(No new information)	Interaction, Observation
	NA	PRESTRUCTURAL	
distance between counters	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
island countertop (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
island countertop (depth)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case - repeating a modular design	(Design is transformed based on similar criteria.)	Measurement, Interaction, Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
island countertop (width)	- repeating a modular design - intrinsic function of the object	(Not changed)	Observation
	MULTISTRUCUTURAL	MULTISTRUCUTURAL	
distance between island counter and fridge	- wheelchair size	(Not proposed)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	UNISTRUCUTURAL	NA	
distance between counter and fridge	(Not enough information)	(Not proposed)	
	NA	NA	
fridge (depth)	- idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	(Not proposed)	
	UNISTRUCUTURAL	NA	
fridge (width)	- idea of a standard measurement (and recalling an example from daily life)	(Not proposed)	
	UNISTRUCUTURAL	NA	
window (height from ground)	(Not proposed)	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Interaction, Observation
	NA	MULTISTRUCUTURAL	
distance between counter and table	(No information)	- wheelchair size	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	NA	UNISTRUCUTURAL	

Table 42 (continued)

door (width)	- idea of a standard measurement - wheelchair size and body size	(Not changed) (Decision is compared with the virtual example.)	Experience of navigating on wheelchair, Observation
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
door (height)	- ignoring/neglecting	(Not changed)	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
door handle (height)	- ignoring/neglecting	- wheelchair size and body size - activity/movement involved in a use case	Measurement, Interaction, Observation
	PRESTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
table (width)	- recalling an example from daily life - body size - wheelchair size	(Not changed)	
	MULTISTRUCTURAL	MULTISTRUCTURAL	
table (height)	- wheelchair size and body size - activity/movement (a) involved in a use case - activity/movement (b) involved in a use case --- considering separate activities or movements or use cases which are related or involved in a more complex use case scenario, and which directly and simultaneously modify the same measurement --- simultaneously considering separate measurement requirements	(Decision is compared with the virtual example.)	
	RELATIONAL	RELATIONAL	
east window (width)	- correlating scale/measurement with another volume	(Not changed)	
	UNISTRUCTURAL	UNISTRUCTURAL	
kitchen floor measurements	- improvising	(Not changed)	
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	
ceiling (height)	- ignoring/neglecting	- ignoring/neglecting	Observation
	PRESTRUCTURAL	PRESTRUCTURAL	

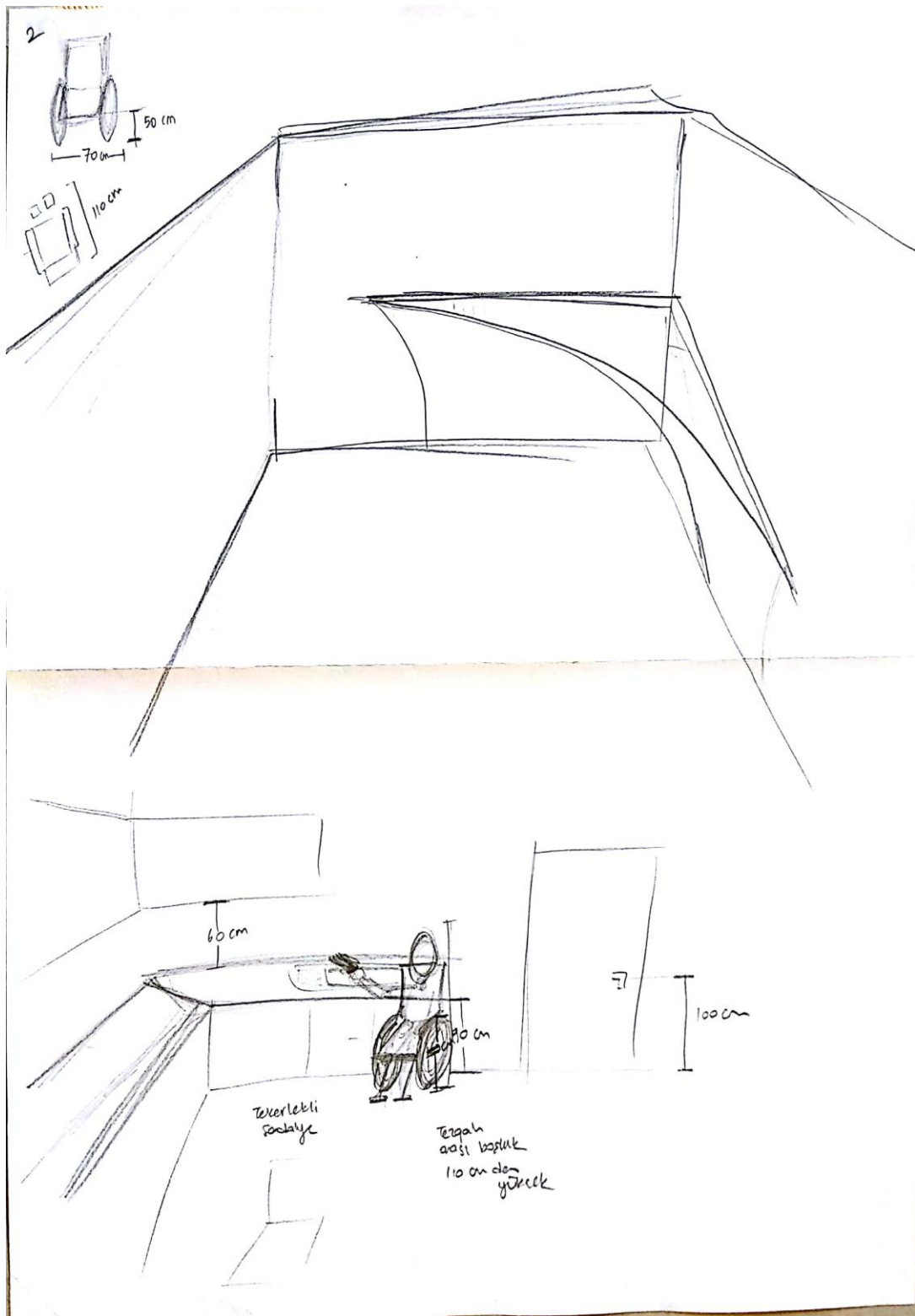


Figure 6: Participant-01's Session-3 working sheet

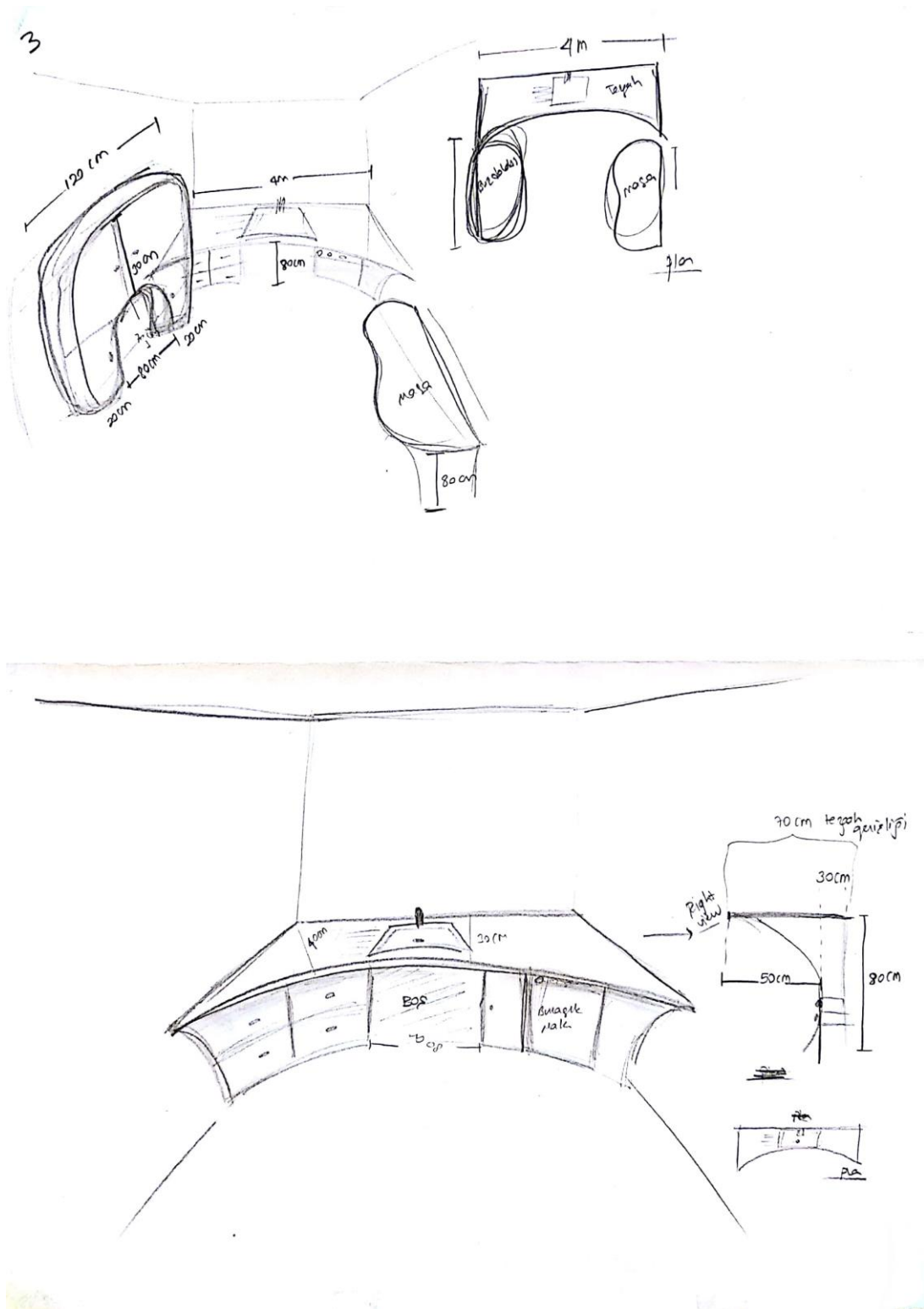


Figure 7: Participant-01's Session-3 proposal

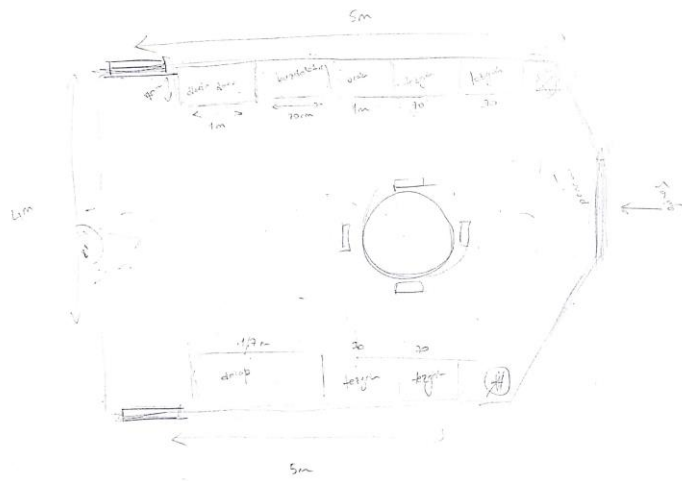


Figure 10: Participant-03's Session-1 proposal

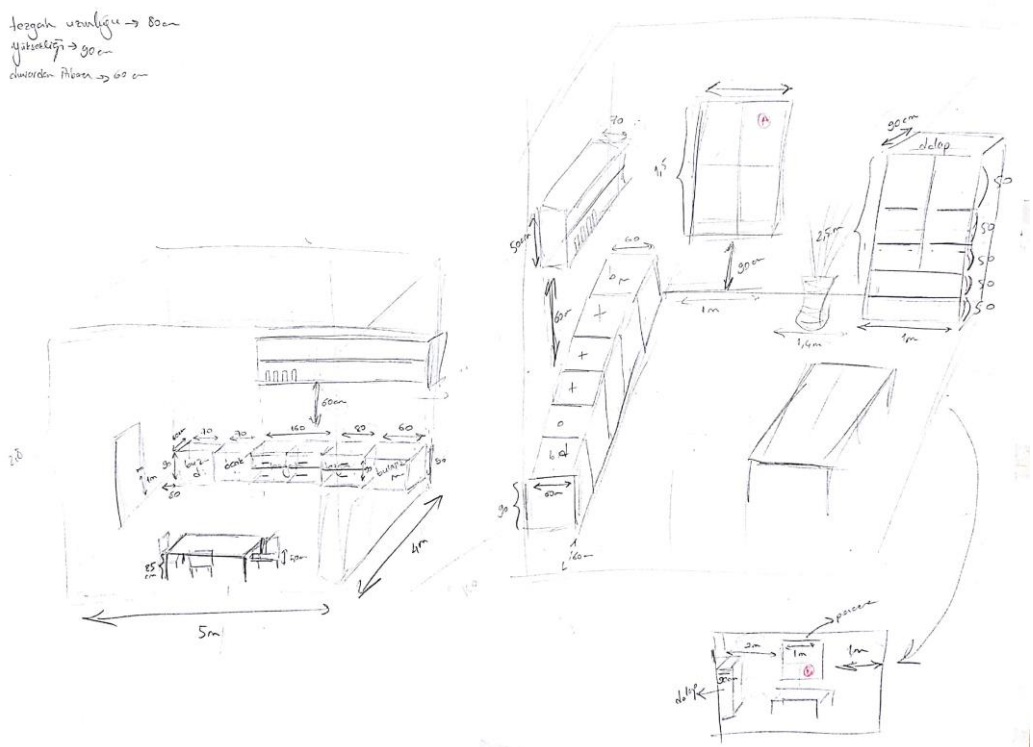


Figure 11: Participant-03's Session-3 proposal

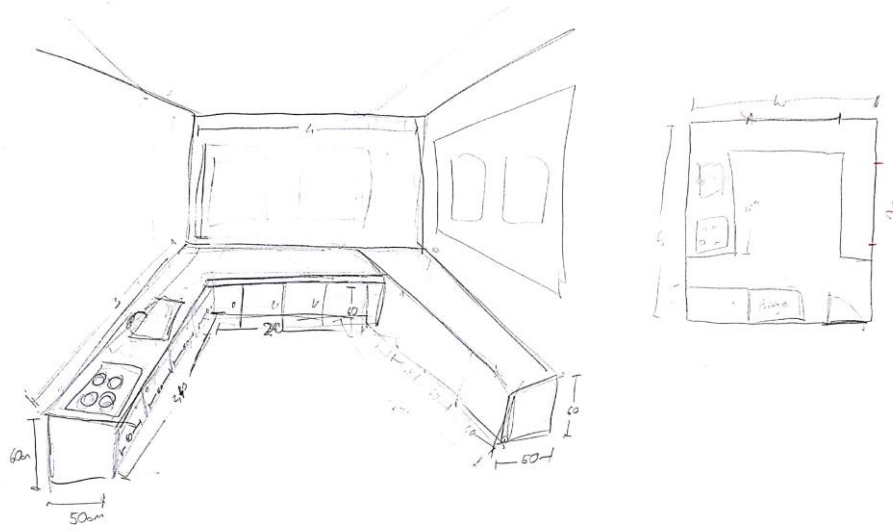


Figure 16: Participant-06's Session-1 proposal

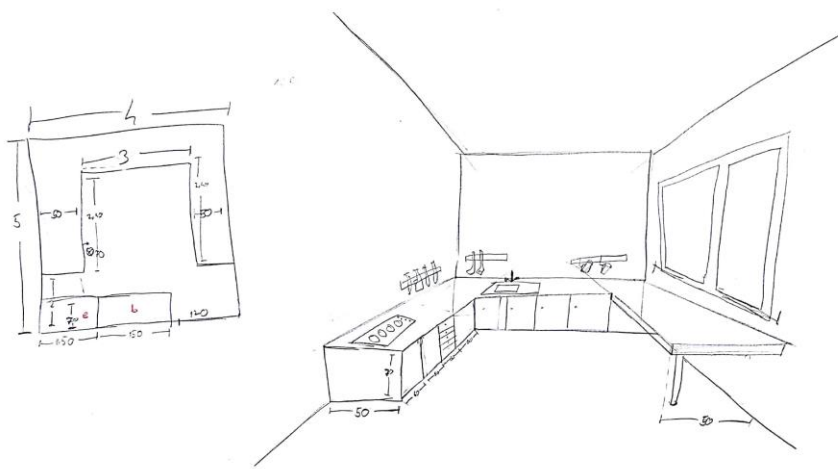


Figure 17: Participant-06's Session-3 proposal

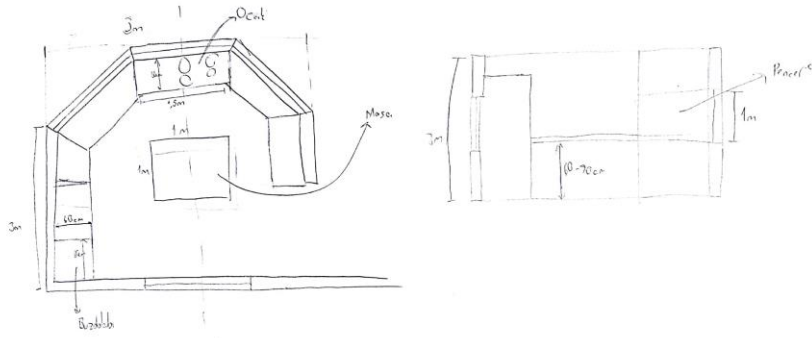


Figure 18: Participant-08's Session-1 proposal

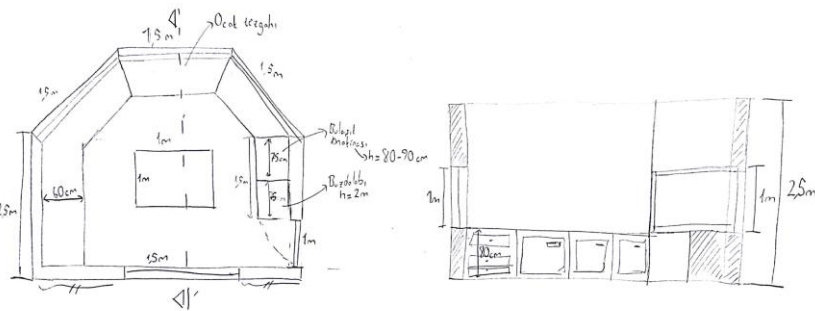


Figure 19: Participant-08's Session-3 proposal

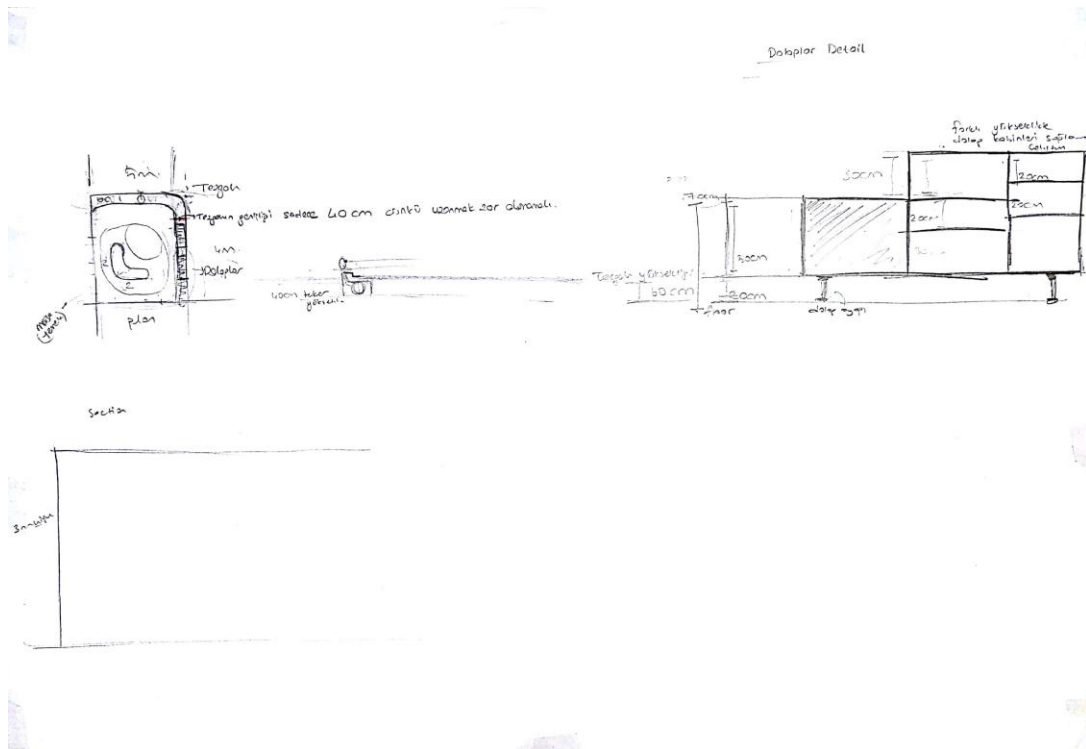


Figure 20: Participant-09's Session-1 proposal

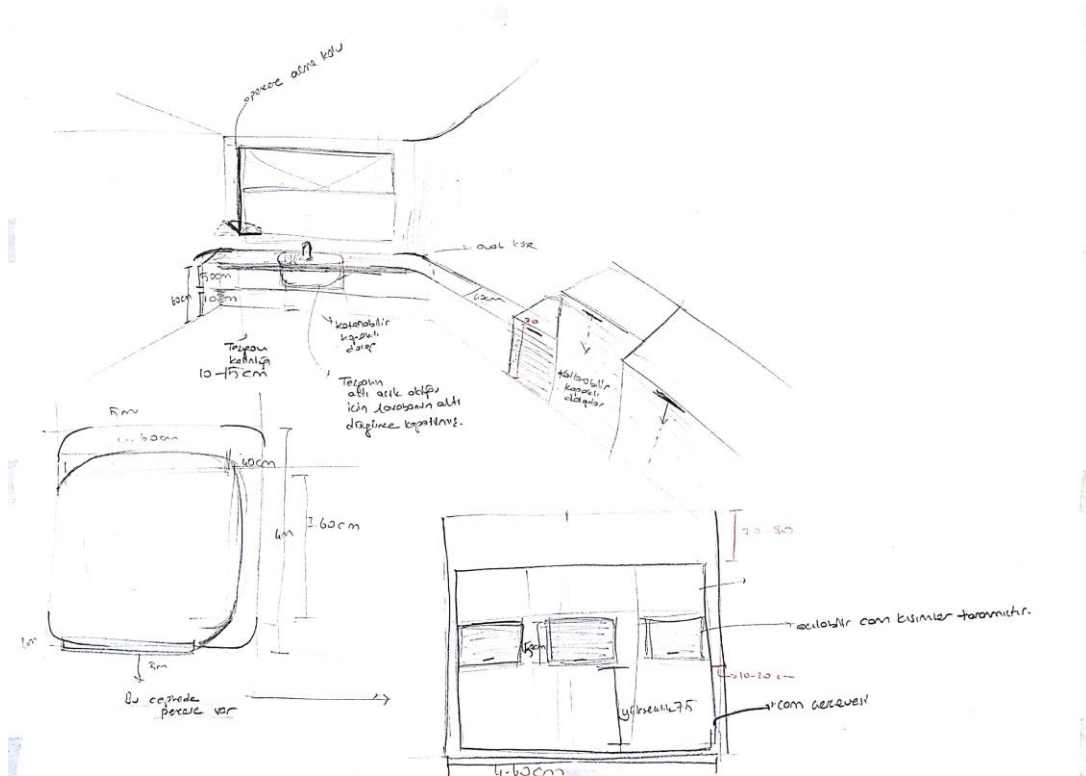


Figure 21: Participant-09's Session-3 proposal

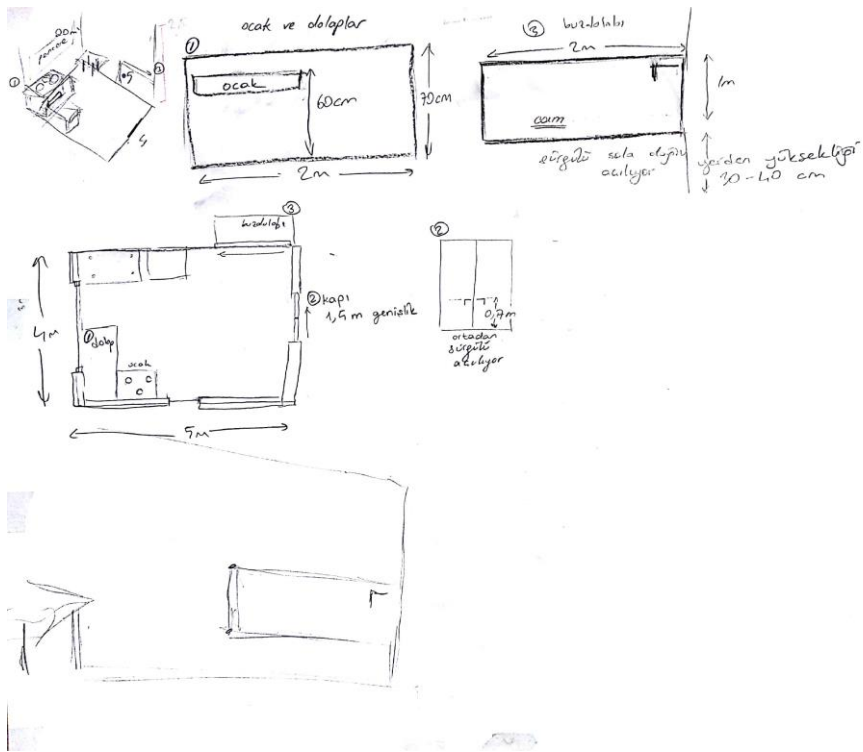


Figure 22: Participant-10's Session-1 proposal

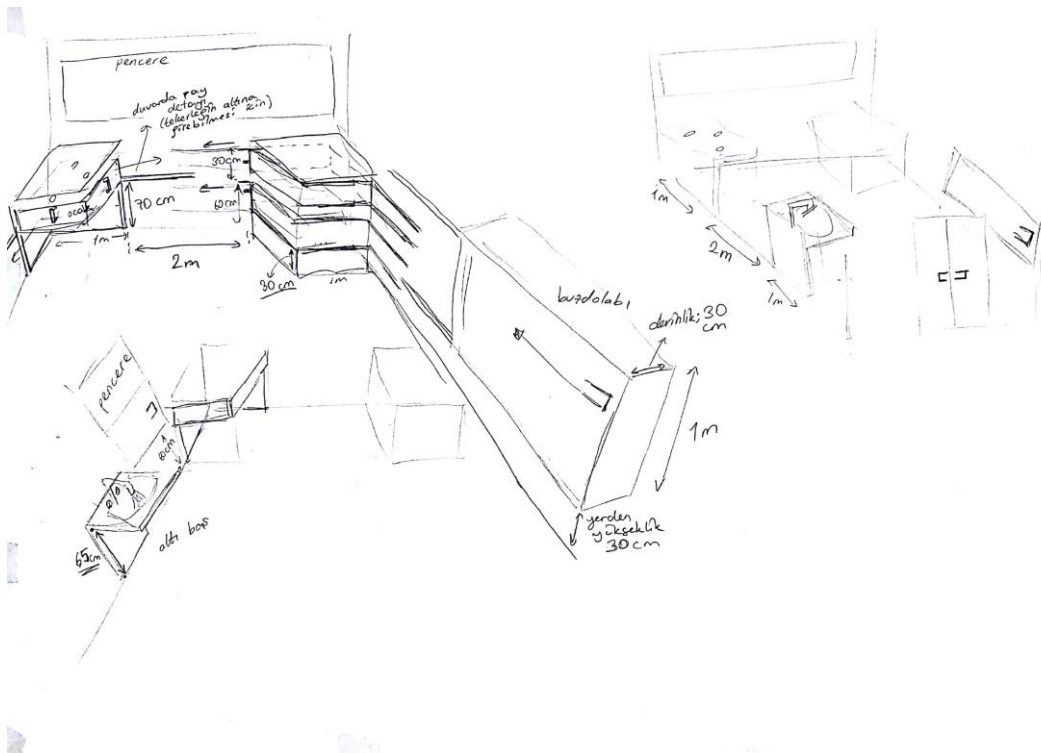


Figure 23: Participant-10's Session-3 proposal

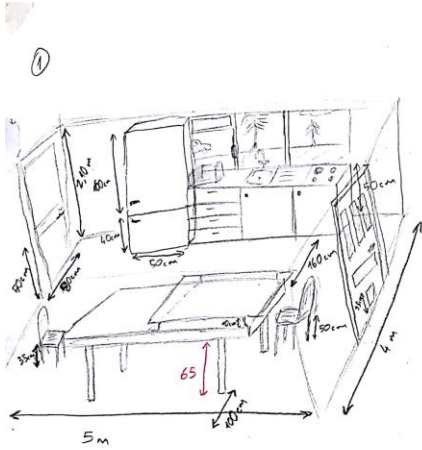


Figure 24: Participant-11's Session-1 proposal

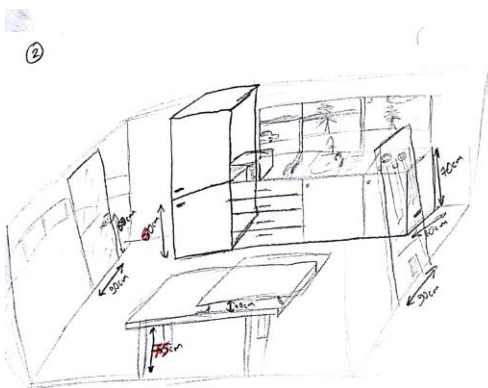


Figure 25: Participant-11's Session-3 proposal

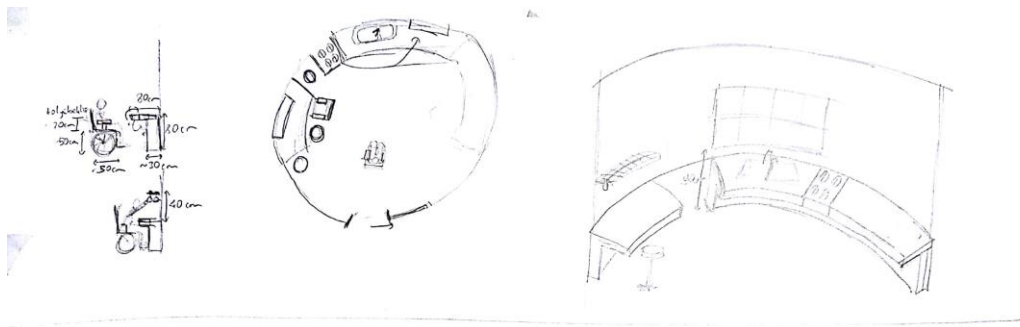


Figure 26: Participant-12's Session-1 proposal

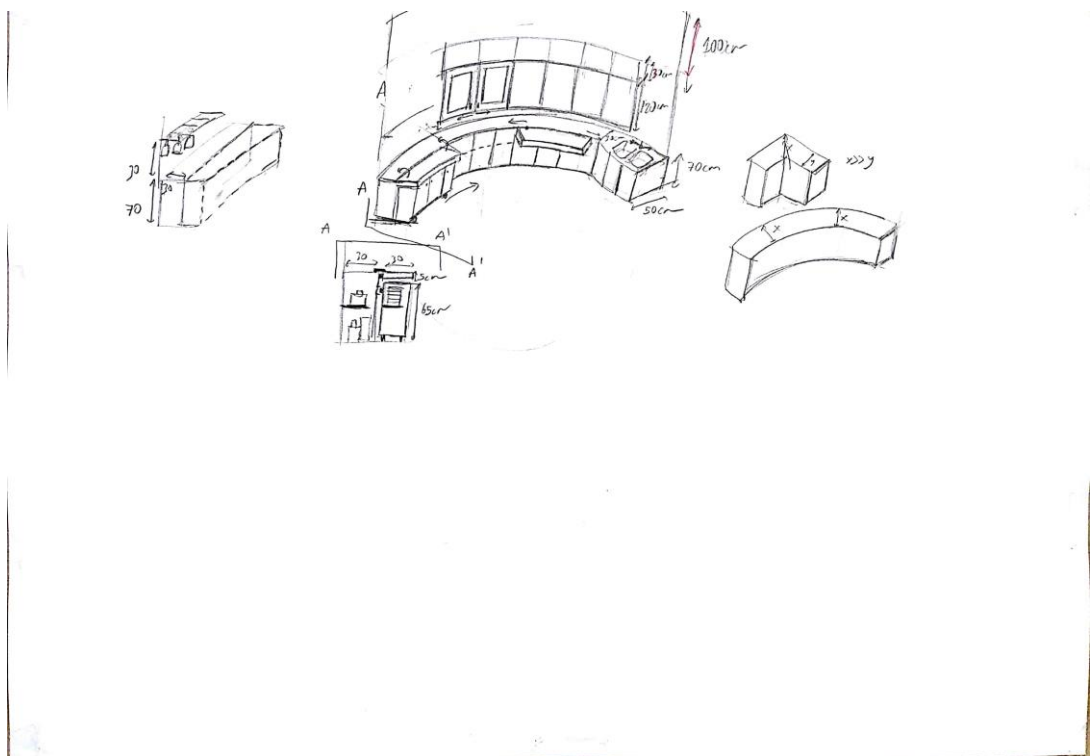


Figure 27: Participant-12's Session-3 proposal



Figure 28: Participant-13's Session-1 working sheet

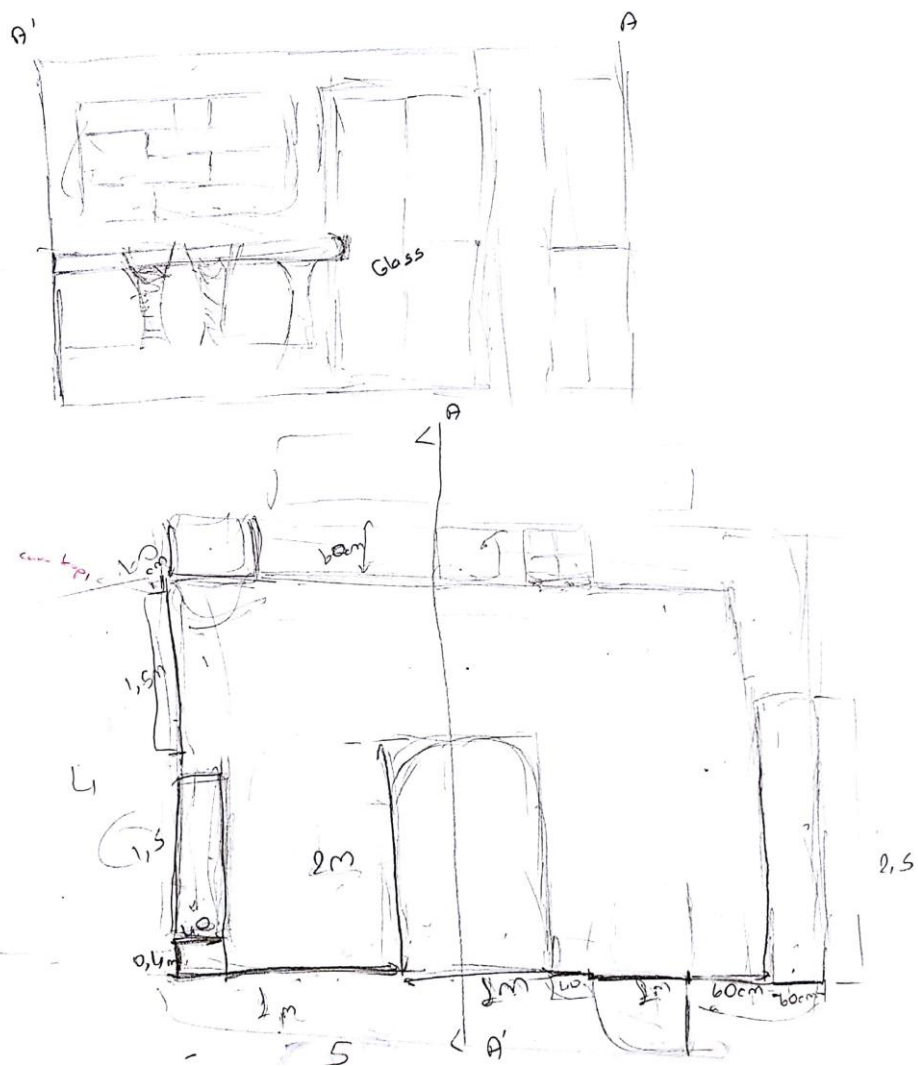


Figure 29: Participant-13's Session-1 proposal

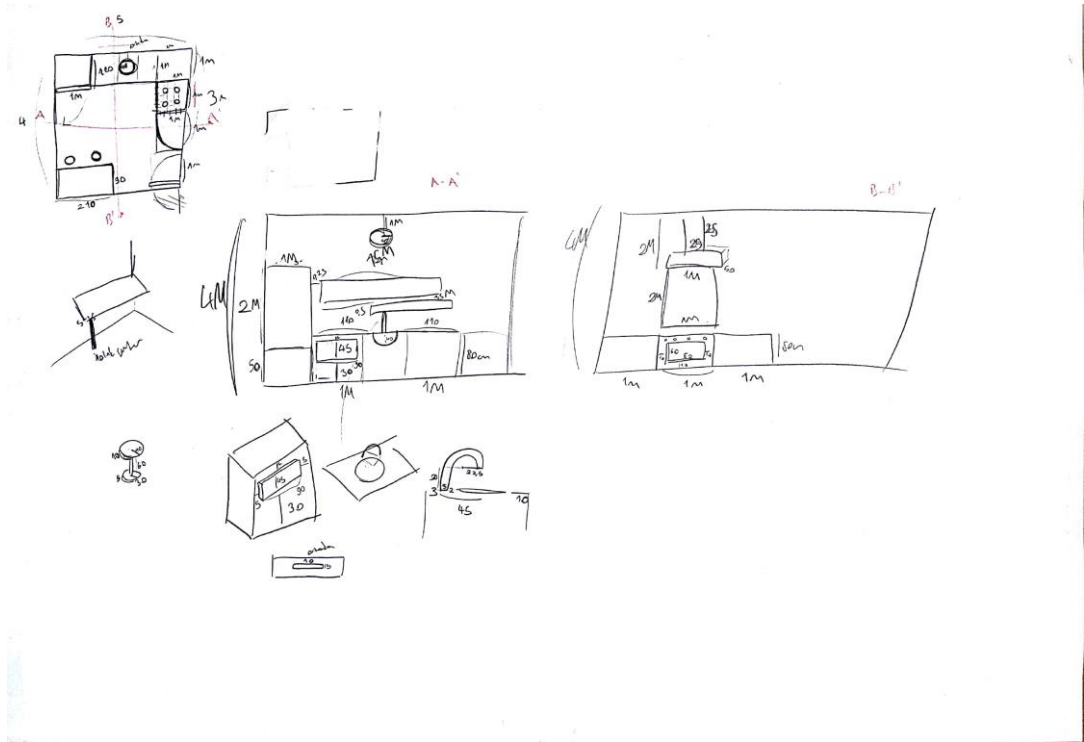


Figure 31: Participant-14's Session-1 proposal

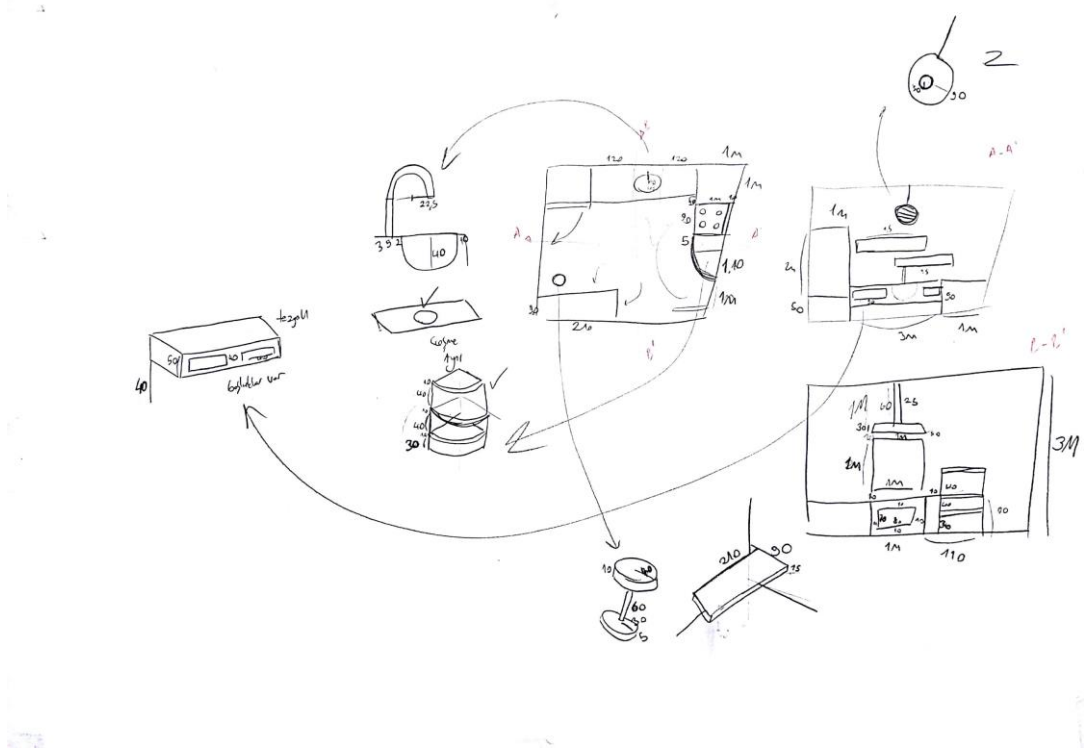


Figure 32: Participant-14's Session-3 proposal

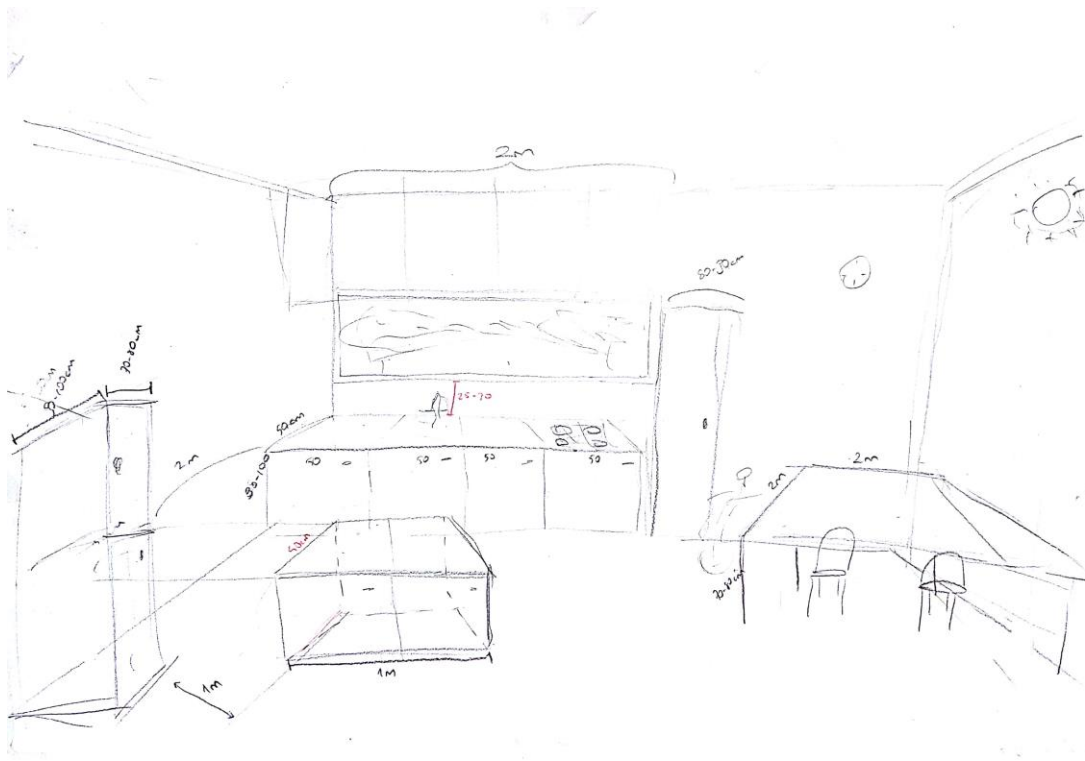


Figure 33: Participant-15's Session-1 proposal

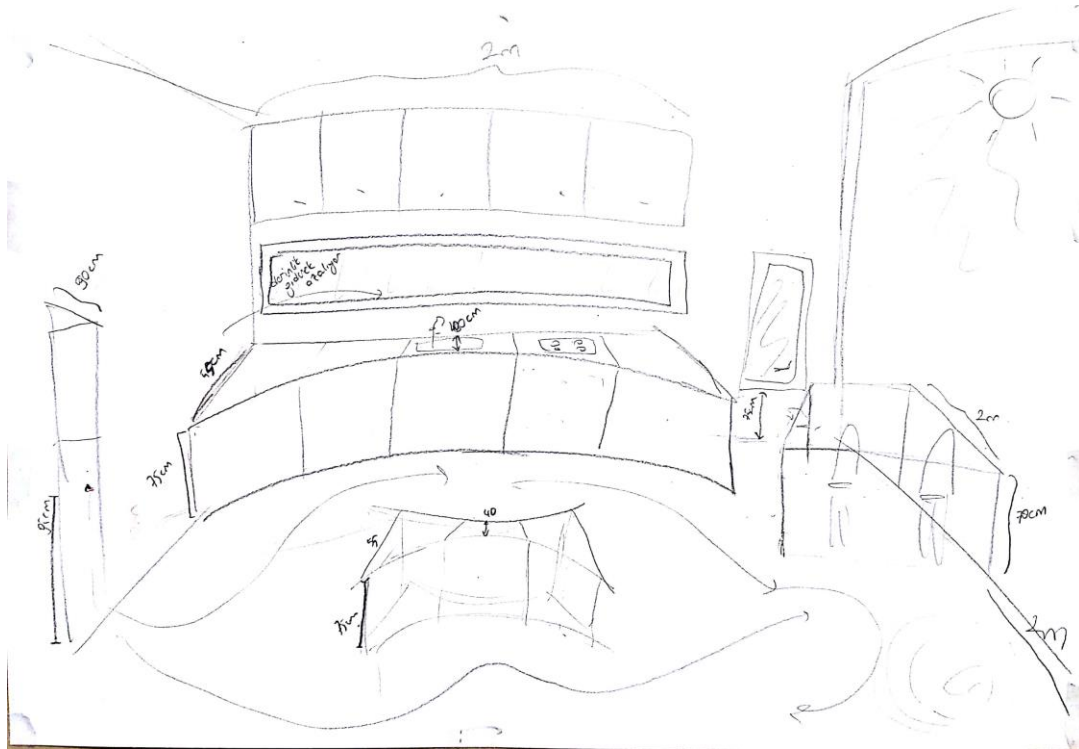


Figure 34: Participant-15's Session-3 proposal