

EXPLORING THE POTENTIALS OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR
USER EVALUATION OF A SHUNTER LOCOMOTIVE DRIVER CABIN

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

BY
OĞUZHAN TOPCUOĞLU

IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN
INDUSTRIAL DESIGN

JULY 2018

Approval of the thesis:

**EXPLORING THE POTENTIALS OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR
USER EVALUATION OF A SHUNTER LOCOMOTIVE DRIVER CABIN**

Submitted by Oğuzhan Topcuoğlu in partial fulfillment of the requirements for the degree of **Master of Science in Industrial Design Department, Middle East Technical University** by,

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

Prof. Dr. Gülay Hasdoğan
Head of Department, **Industrial Design**

Assist. Prof. Dr. Gülşen Töre Yargın
Supervisor, **Industrial Design Dept., METU**

Examining Committee Members:

Prof. Dr. Gülay Hasdoğan
Industrial Design Dept., METU

Assist. Prof. Dr. Gülşen Töre Yargın
Industrial Design Dept., METU

Assist. Prof. Dr. Gazi Erkan Bostancı
Computer Engineering Dept., Ankara University

Date: 03.07.2018

I hereby declare that all information in this 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 : Oğuzhan Topcuoğlu

Signature :

ABSTRACT

EXPLORING THE POTENTIALS OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR USER EVALUATION OF A SHUNTER LOCOMOTIVE DRIVER CABIN

Topcuoğlu, Oğuzhan

MSc., Department of Industrial Design

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Gülşen Töre Yargın

July 2018, 190 pages

User evaluation is an important phase of vehicle design process. To evaluate a design, it needs to be presented to the user by using certain mediums such as physical prototypes, simulations, software analyses, or virtual prototypes. However, physical representation mediums, such as physical prototypes and simulations, have several disadvantages for user evaluation of large scale products like shunter locomotives. Primary disadvantage is that for such large products, physical prototypes and simulation setups require too much money and time. On the other hand, software analyses are suitable for gathering objective data through virtual user models, but not appropriate for obtaining subjective evaluations. As a solution, this thesis aims to explore the potentials of virtual reality (VR) technology as an alternative user evaluation medium by employing it in the design process of a shunter locomotive's driver cabin. To do this, in this study, (1) literature review is conducted on shunter locomotives, and existing vehicle user evaluation methods and mediums for vehicle design, (2) interviews with professional locomotive operators are carried out to investigate user evaluation criteria for shunter locomotives, (3) a locomotive driver cabin is designed together with the preparation of its VR environment, and (4) through interviews with professional locomotive operators, evaluations of this cabin are performed based on previously identified user evaluation criteria by using the prepared VR environment. As a result of the study, advantages and disadvantages of using VR technology as an evaluation medium are identified. In user evaluations, VR have

advantages in providing a realistic immersive experience, whereas for some users, it has disadvantages in terms of discomfort it creates during evaluation and its limitedness in providing realistic experience, thereby misleading some evaluations. Outcomes of the study can provide guidance on how VR technology can be used in user evaluations of vehicle design.

Keywords: Virtual Reality, User Evaluation, Vehicle Design, Shunter Locomotive Driver Cabin

ÖZ

MANEVRA LOKOMOTİFİ SÜRÜCÜ KABİNİNİN KULLANICI DEĞERLENDİRMESİNDE SANAL GERÇEKLIK TEKNOLOJİSİ KULLANIM POTANSİYELLERİNİN İNCELENMESİ

Topcuoğlu, Oğuzhan

Yüksek Lisans, Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü

Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Gülşen Töre Yargın

Temmuz 2018, 190 sayfa

Kullanıcı değerlendirmeleri taşıt tasarım sürecinin önemli aşamalarından biridir. Bir tasarımın değerlendirmeye alınması için fiziksel prototip, simülasyon, bilgisayar analizi ve sanal model gibi belli araçlarla kullanıcıya aktarılması gerekmektedir. Fakat, manevra lokomotifi gibi büyük ölçekli bir taşıt söz konusu olduğunda, fiziksel prototip ve simülasyon gibi fiziksel sunum araçlarının kullanılmasında çeşitli dezavantajlar ortaya çıkmaktadır. Başlıca sorun, bu boyuttaki ürünlerin fiziksel prototipinin veya simülasyon kurulumunun masraflı ve zaman alıcı olmasıdır. Diğer bir yandan, bilgisayar analizlerinde sanal kullanıcı modeli ile objektif değerlendirmeler yapılabilir; ancak bu yolla sübjektif veri toplanması mümkün değildir. Bu tez, bahsedilen sorunlara çözüm önerisi olarak, sanal gerçeklik (VR) teknolojisinin alternatif bir kullanıcı değerlendirme aracı olarak potansiyellerini bir manevra lokomotifi sürücü kabini üzerinde deneyerek incelemeyi amaçlamaktadır. Bunun yapılabilmesi için çalışmada uygulanan adımlar sırayla şu şekildedir: (1) Manevra lokomotiflerine ve var olan taşıt kullanıcı değerlendirme yöntemleri ve araçlarına ilişkin literatür taraması yapılmıştır. (2) Profesyonel makinistlerle röportajlar yapılarak bir manevra lokomotifinin değerlendirilebilmesi için gerekli ölçütler saptanmıştır. (3) Üzerinde değerlendirme yapılmak üzere bir manevra lokomotifi sürücü kabini tasarlanmış ve tasarıma ilişkin VR ortamı hazırlanmıştır. (4) Bu tasarım, önceden saptanan ölçütlere göre yine profesyonel makinistlerce VR aracılığı ile değerlendirilmeye alınmıştır. Çalışmanın sonucunda VR'ın bir kullanıcı

değerlendirme aracı olarak kullanılmasının avantaj ve dezavantajları ortaya çıkmıştır. VR uygulamasının, kullanıcıyı 360 derece içine alarak sarmalayan gerçekçi bir deneyim olmasının getirdiği avantajlarının yanı sıra; kimi kullanıcıda değerlendirme sırasında yüze takılı durduğu sırada rahatsızlığa neden olması, sağladığı deneyimin gerçekçiliğinin kısıtlı olması ve bu sebeple bazı değerlendirmeleri yanlış yönlendirme tehlikesi taşıması gibi dezavantajlarının olduğu da görülmüştür. Bu çalışmanın bulguları, VR teknolojisinin taşıt tasarımı kullanıcı değerlendirme çalışmalarında nasıl kullanılabileceğine dair rehberlik edebilecektir.

Anahtar Sözcükler: Sanal Gerçeklik, Kullanıcı Değerlendirmesi, Araç Tasarımı, Manevra Lokomotifli Sürücü Kabini

To my family

ACKNOWLEDGMENTS

First and foremost, I would like to express my deepest gratitude to my thesis supervisor Assist. Prof. Dr. Gülşen Töre Yargın for her continuous support, guidance, patience and encouragement. Without her guidance, it was honestly impossible for me to build such an academic structure. In this process, I also would like to thank my commentator Assist. Prof. Dr. Naz A.G.Z. Börekçi for her valuable evaluations about my thesis.

Besides my thesis supervisor, I would like to thank to my company manager Halit Murat Gültekin in Aselsan, Mechanical Design Department, where I work, for all his moral and material support providing all the necessary technologic equipment for me within the scope of the company.

The next valuable person I would like to express my gratitude for several reasons is my dear instructor Emrecaan Çubukçu. He is the person who introduces all the virtual reality devices to me in the first place and teaches how to use Unity software that I used for the creation of VR environments of this thesis. Not only in the beginning, but also during the whole study, he was so generous to share his intimate knowledge about preparing a computer-aided virtual environment, whenever I have a question mark in my head, without expecting anything for return.

Foremost Prof. Dr. Gülay Hasdoğan – the head of the Department of Industrial Design in Middle East Technical University – I also would like to thank all the academic team of my university for all their efforts on my educational life including my degrees of license and Master of Science.

To my family, my greatest gratitude is to you for all your efforts in my whole life and all your support and patience to me for my nervous times during writing this thesis.

TABLE OF CONTENTS

ABSTRACT	v
ÖZ	vii
ACKNOWLEDGMENTS.....	x
TABLE OF CONTENTS.....	xi
LIST OF TABLES	xiv
LIST OF FIGURES	xv
CHAPTERS	
1 INTRODUCTION.....	1
1.1 What is a shunter locomotive?	1
1.2 The scope of shunter locomotive project in Aselsan.....	3
1.3 Background of the problem.....	3
1.4 Aim of the study	8
1.5 Research questions	8
1.6 Structure of the thesis	8
2 USER EVALUATION IN VEHICLE DESIGN.....	11
2.1 General design development and evaluation process.....	11
2.2 User evaluation and data collection methods	12
2.3 Evaluation measurements.....	13
2.3.1 Objective evaluation.....	13
2.3.2 Subjective evaluation	14
2.4 Evaluation criteria for vehicles.....	16
2.5 User evaluation mediums for driver compartments	18
2.5.1 Software analysis	18
2.5.2 Physical prototype	20
2.5.3 Simulations.....	21
2.5.4 Virtual reality (VR).....	23
3 VIRTUAL REALITY (VR)	25
3.1 What is virtual reality (VR)?	25
3.1.1 VR types.....	25
3.2 General usage areas of VR	32
3.3 VR usage in the field of industrial design and architecture	32

3.4	Advantages and disadvantages of VR	38
4	METHODOLOGY	43
4.1	Stage 1: Initial research	45
4.2	Stage 2: Empirical study 1.....	46
4.2.1	Aim.....	46
4.2.2	Sample	46
4.2.3	Method	47
4.2.4	Analysis method	48
4.2.5	Results of Stage 2: Empirical study 1	48
4.3	Stage 3: Design development and preparation of VR	51
4.3.1	Design development.....	51
4.3.2	Preparation of VR.....	53
4.4	Stage 4: Empirical study 2.....	57
4.4.1	Aim.....	57
4.4.2	Sample	57
4.4.3	Method	58
4.4.4	Analysis method	61
4.4.5	Results of Stage 4: Empirical study 2	61
5	CONCLUSION	89
5.1	Overview of the study.....	89
5.2	Prominent conclusions: answers of research questions.....	89
5.2.1	What are the main user evaluation mediums for vehicle designs?	89
5.2.2	What are the advantages and disadvantages of those mediums?	90
5.2.3	Why VR can be an efficient solution for evaluating a large scale shunter locomotive driver cabin?	91
5.2.4	What are the subjective evaluation criteria of a shunter locomotive's driver cabin?.....	91
5.2.5	According to participants, what are the potentials of VR experience they had?	92
5.2.6	What are the potentials of VR HMD technology as a user evaluation medium for evaluating a shunter locomotive's driver cabin?	93
5.3	Limitations of the study.....	96
5.4	Recommendations for further research.....	97
	REFERENCES.....	99
	APPENDICES	
	A.STAGE 2 - CONSENT FORM (TURKISH)	105
	B.STAGE 2 - INTERVIEW QUESTIONS (TURKISH).....	107
	C.STAGE 2 - RAW INTERVIEW DATA (TURKISH).....	111

D.STAGE 4 - CONSENT FORM (TURKISH)	127
E.STAGE 4 - INTERVIEW QUESTIONS (TURKISH).....	129
F.STAGE 4 - RAW INTERVIEW DATA (TURKISH).....	141
G.STAGE 4 - PARTICIPANT QUOTATIONS (TURKISH)	183
H.STAGE 4 - SUMMARY OF THE INTERVIEW DATA.....	185
I.STAGE 4 - IMPORTANCE AND SATISFACTION SCORES (TURKISH) .	189

LIST OF TABLES

Table 4.1 Distribution of Participants 1	47
Table 4.2 Main Factors and Criteria of a Shunter Locomotive Cabinet's Design	50
Table 4.3 Distribution of Participants 2	57
Table 4.4 Criteria which are Suitable (bold) or not (italic) to Evaluate with VR	60
Table 4.5 Potentials of VR in User Evaluation of a Driver Cabin	62
Table 4.6 The Average Scores of the Evaluation Criteria Regarding Participants' Importance and Satisfaction Levels	83
Table 4.7 The Importance – Satisfaction Graphic.....	85
Table B.1 Stage 2 – Interview Questions (Turkish).....	107
Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish).....	111
Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish).....	141
Table H.1 Stage 4 – Summary of the Interview Data.....	185
Table I.1 Stage 4 – Importance and Satisfaction Scores (Turkish).....	189

LIST OF FIGURES

Figure 1.1 Mainline Locomotive Sample	2
Figure 1.2 Shunter Locomotive Sample	2
Figure 1.3 The inner arrangement of a shunter locomotive's operator cabin from top	3
Figure 1.4 VR as a solution among other user evaluation mediums.....	7
Figure 2.1 Software analysis image showing the seated and standing driver (for 5% and 95%) (Sagot et al., 2003).....	19
Figure 2.2 Visual field and reach envelopes of ERGONAUT (Deisinger et al., 2000)	19
Figure 2.3 The simulation and physical model (Sagot et al., 2003).....	22
Figure 2.4 Physical prototype configuration with a screen and 3D shutter glasses (Kallmann et al., 2003).....	23
Figure 3.1 A simple VR experience with projection and 3D Glasses [Digital image 3]	26
Figure 3.2 Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) VR system [Digital image 4].....	27
Figure 3.3 VR Head Mounted Display (HMD) Headset [Digital image 5]	27
Figure 3.4 An image showing virtual hand gloves of Oculus Rift [Digital image 6]	28
Figure 3.5 An image showing how the user sees his own hands while using Oculus Rift Touch [Digital image 7].....	28
Figure 3.6 Hand gestures enabled by Oculus Rift hand devices [Digital image 8] ...	30
Figure 3.7 An example for Unity interface which is being used for a VR game development [Digital image 9].....	31
Figure 3.8 Interactive wall color presenter (Arbona, 2013).....	35
Figure 3.9 The case study for electronic cards test bed (Bennes et al., 2014)	36
Figure 4.1 Stages of the methodology	44
Figure 4.2 Initial explorations covering main locomotive controls	45
Figure 4.3 Studies regarding dimensioning preliminary design alternatives based on ergonomics standards.....	51

Figure 4.4 1x1 scaled technical drawing sheets for cabinet interior	52
Figure 4.5 1x1 scaled technical drawing sheets and low fidelity physical cardboard models for driver desk.....	52
Figure 4.6 The virtual view of environment (1).....	54
Figure 4.7 The virtual view of environment (2).....	54
Figure 4.8 The virtual view of driver cabinet.....	55
Figure 4.9 Bump mapped surface of driver desk and seat fabric	55
Figure 4.10 The possibility of testing the exterior elements such as other carriages and railway signals.....	56
Figure 4.11 (a) The possibility of testing the exterior elements such as other carriages and railway signals, (b) A participant seeing the location of his own hands in the virtual environment by pointing a finger to push a toggle switch.	66
Figure 4.12 (a) A participant seeing the location of his own hands in the virtual environment by making a fist to grab a lever, (b) A participant asking questions by expressing himself by using his virtual hands.....	67
Figure 4.13 Active sight view [Digital image 10].....	71
Figure 4.14 (a) A participant moving his head out of the window, (b) A participant showing the potential danger of microphone's position	73
Figure 4.15 (a) A participant testing the ease of passing through the narrow corridor by also using his virtual hands, (b) A participant bending over to see labelling details.	75

CHAPTER 1

INTRODUCTION

In this chapter, first of all, the definition of a locomotive is made. Then the difference between a mainline locomotive and shunter locomotive is explained. Because this thesis manages the study by focusing on a shunter locomotive which is not an everyday product, it is beneficial to give an introductory information to the reader about what is a shunter locomotive. After introducing the main characteristics and usage purposes of a shunter locomotive briefly, the chapter continues with the background of the research problem, aim of the study and research questions.

1.1 What is a shunter locomotive?

Locomotive is a railway vehicle which transports other engineless carriages and there are two types of locomotives: mainline locomotives and shunter locomotives (Figure 1.1, Figure 1.2). Mainline locomotives are the ones which are used to transport carriages between different locations with long distance such as two different cities. On the other hand, shunter locomotives can also be used for long distances but the main usage area of them is transporting carriages in a railway hangar between short distances. The main purpose of this is transporting the carriages to the right railway line among lots of other lines by coupling and decoupling them each other. Therefore, a group of carriages will be ready for a long transportation which is settled by the mainline locomotives. To arrange carriages in the right position, shunter locomotives switch the moving direction to the front and back frequently – which is called shunting – while mainline locomotives continuously move to the same direction. As a result, the structural design of two locomotives are quite different because of their different usage areas.



Figure 1.1 Mainline Locomotive Sample
[Digital image 1]



Figure 1.2 Shunter Locomotive Sample
[Digital image 2]

As shown in Figure 1.1, while mainline locomotive has got two operator cabins which are located at the front and back of the vehicle, shunter locomotive (Figure 1.2) has one operator cabin which is located in the middle of the vehicle and it is higher than the level of engine compartment to supply a better visibility for shunting. In this driver cabin, there are two operator desks and two seats which are located towards front and back because the operator often switches control desks during the work according to the direction he goes. This thesis concentrates on shunter locomotives' operator cabins by conducting studies within an ongoing project carried out in Aselsan on shunter locomotive design (Figure 1.3).

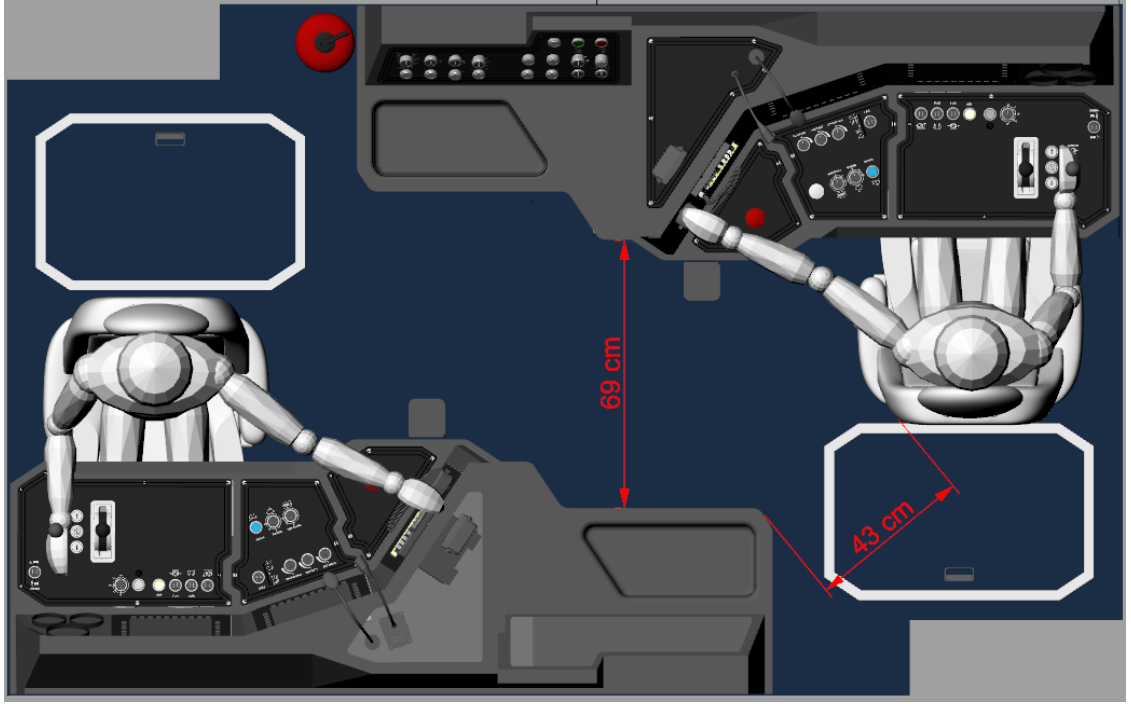


Figure 1.3 The inner arrangement of a shunter locomotive's operator cabin from top

1.2 The scope of shunter locomotive project in Aselsan

TCDD Taşımacılık A.Ş. (Turkish State Railways Transportation Company) has started a shunter locomotive refurbishment project in June 2017, in collaboration with the Tülomsaş A.Ş. and Aselsan A.Ş. The scope of the project is keeping the bottom chassis and the bogies of an old shunter locomotive, Type DE 11000, and refurbishing the upper rest according to the new hybrid technologies. Aselsan A.Ş., the company that the author work for as a designer, undertook the responsibility of designing the engine compartments, the units inside the compartments, driver cabin and the driver desks. In this project, time was an important factor because the first prototype was intended to be presented in the exposition of Innotrans 2018, September, a worldwide railway exposition. In this project, the author was responsible for designing the driver cabin interior and driver desk. The task includes detecting user needs, designing the cabin and desk according to these needs, and checking through user evaluations if the needs are fulfilled. Thus, this design and the requirements of the project are central for the thesis.

1.3 Background of the problem

User evaluation is a significant part of the product design process to generate a final product which satisfies its users and their expectations. It enables the development of

the existing product in terms of human factors, ergonomics, usability, and perceived quality. As a result, such evaluations result in meeting the market demands. However, in the product development process, there is not always a final product available to make user evaluations on it. Thus, as a solution, in user evaluations, some kind of mediums are used such as physical mock-ups to imitate and simulate the closest experience to the actual one. However, providing that output is not always so easy and efficient for large scale products like shunter locomotives' driver cabins because of time and budget considerations.

To simulate the usage in user evaluations, four main types of mediums are indicated in the literature: Software analysis, physical prototype, virtual prototype and simulation (see Deisinger, Breining, & Röbler, n.d.; Sagot, Gouin, & Gomes, 2003; Petrie & Bevan, 2009; Ferrise, Graziosi, & Bordegoni, 2015).

Unfortunately, some mediums are not suitable for all types of products or evaluation purposes. For instance, although physical mock-ups are very useful for evaluating, some small products - such as kitchen appliances, hair dryers or cellphones – they are not so practical for large products such as locomotives. The reason is, preparation time of a huge locomotive model and its cost increases dramatically compared to a small product. Bennes, Bazzaro, Chevriau, & Sagot (2014) state that realization of full-scale mock-ups can be very time consuming in such conditions. Spending that much time is a problem in the case of Aselsan A.Ş.'s locomotive project as it mentioned in section 1.2.

Simulations are another example for evaluation mediums. A simulation can also be quite expensive and time-consuming because it is composed of varied elements such as a screen, sound system and a physical prototype. This is not so efficient for early design evaluation. Sagot et al. (2003) in their study, indicate the final step of ergonomic user analysis of a high-speed train driver cabin as a comprehensive simulation composed of a physical prototype, a screen and a sound system. As they specify, it is more logical to use simulation as the final step of a product development cycle, not in the first or middle phases. The reason is, it is unnecessary to waste that much money, time, material and effort from the beginning. In the case of new design development processes such as Aselsan A.Ş.'s locomotive project, the products are

needed to be tested and evaluated often from the beginning to end within the acceptable time tables.

The next medium used in user evaluation tests is software analysis programs for evaluating considerations related to human factors. A software analysis program can be very helpful for testing anthropometric criteria but cannot be a solution for subjective evaluations like visual appeal tests because all the process is run in the computer and there is no real human interaction. Deisinger et al. (n.d.) use software analysis successfully for testing their ergonomic concerns in their train compartment design evaluation study, but they state that they prefer to use a virtual reality system with also a physical prototype for subjective evaluation to double check the software analysis results.

In the case of a project related to shunter locomotives, such as Aselsan A.Ş.'s locomotive project, because it is a huge product, the mediums above are not efficient enough especially because of the time and money considerations. At this point, there is a need for exploring new potentials for user evaluation mediums. On the other hand, because this shunter locomotive project is managed in a professional company named Aselsan A.Ş. with the partnership of Tölomsaş A.Ş. and TCDD Taşımacılık, this need can be researched efficiently and successfully thanks to the helps of professional supports and opportunities.

At this point, virtual reality (VR) technology reveals in the practice and the literature with a wide range of usage area including the aim of user evaluation tests. There are also lots of examples of VR usage in the field of industrial design and architecture. Ye, Campbell, Page, & Badni (2006) presented a VR-based conceptual 3D CAD system in their research and indicates the potentials of VR technology in industrial design. At the University of North Carolina, USA, an architect team prepared a virtual building which creates the possibility of viewing the design from inside and correcting the design errors before the building was physically constructed (Grajewski, Górski, Zawadzki, & Hamrol, 2013). Kemeny (2014) suggests CAVE VR system to be used for vehicle ergonomics, perceived quality, styling, and interior lighting. VR is also used for the evaluation of user experience tests of a food truck (Song, Chen, Peng, Zhang, & Gu, 2017), accessibility tests of a plane's pilot cabin (Li & Liu, 2014) and driver's workplace in city buses (Grajewski et al., 2013). Aromaa & Kaisa (2016)

addressed VR reliable for ergonomic evaluations of a mobile rock crushing machine. Despite all those vehicle examples, there is a literature gap concerning the usage of VR in a shunter locomotive's driver cabin for the purpose of user evaluation.

To sum up, VR is very popular in a wide range of usage area including the aim of user evaluation tests. Especially VR Head Mounted Display (HMD) becomes very popular recently by presenting a fully immersive 3D experience close to real. Besides, it has advantages such as being mobile, cost-effective and time saving (Cosma, Ronchi, & Nilsson, 2016). As a result, VR HMD technology can be a solution (an overview of this problem statement can be seen in Figure 1.4) which is worth to investigate for a shunter locomotive's driver cabin's user evaluation tests. This is explained more in Chapter 2 and 3.

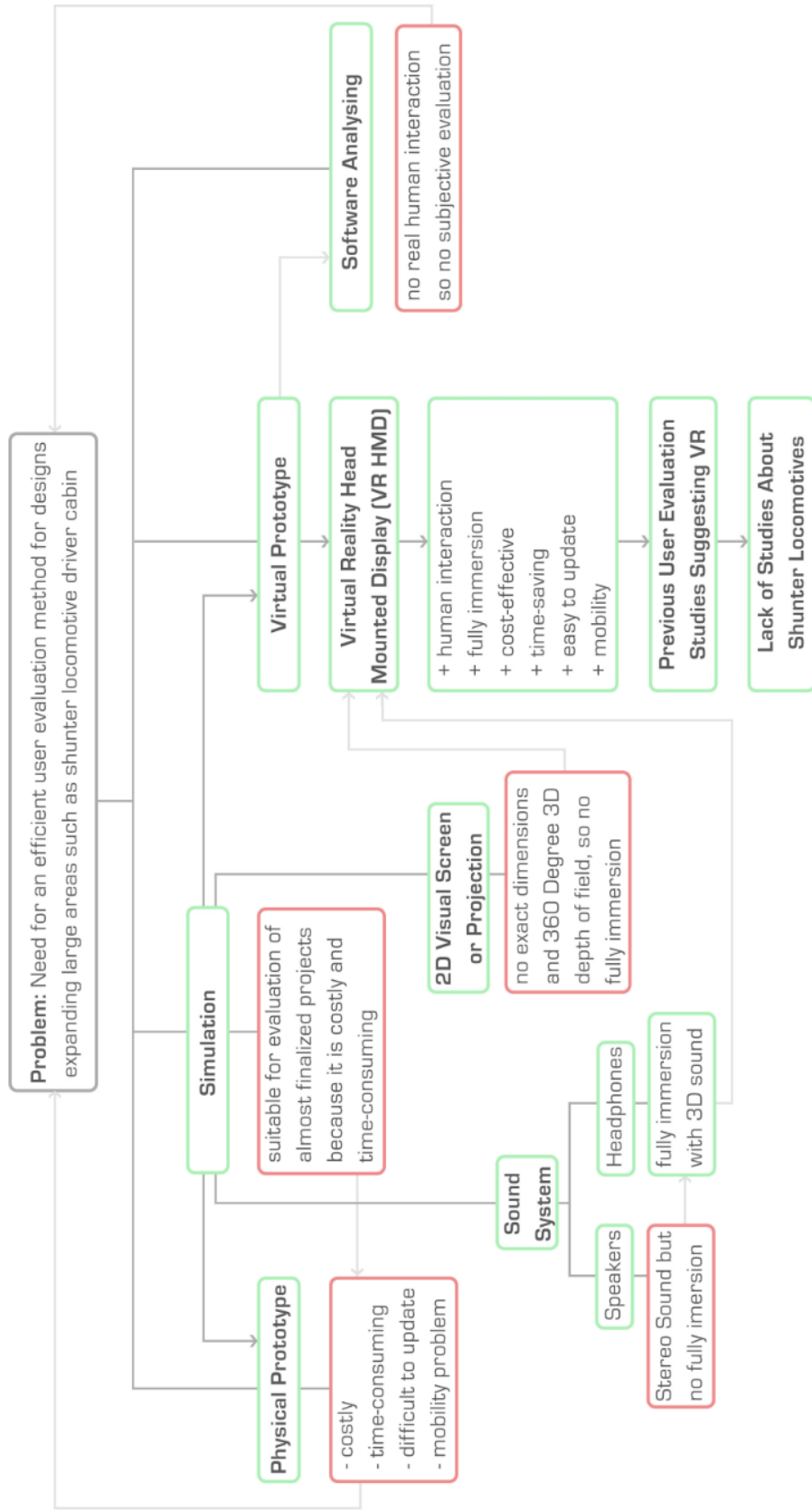


Figure 1.4 VR as a solution among other user evaluation mediums

1.4 Aim of the study

The aim of this thesis is exploring the potentials of VR technology as a user evaluation medium by testing it on the driver cabin design of a shunter locomotive. This process also targets to examine the possible difficulties and obstacles during the virtual model preparation process as much as its advantages and efficiency.

Because this locomotive design is a running simultaneous project in the company of Aselsan A.Ş., at the end, this study is expected to both reveal user feedback for the improvement of driver cabin design and contribute to the literature in terms of identifying the potentials of VR technology for user evaluations.

1.5 Research questions

The main question of this research is “what are the potentials of VR HMD and virtual hand technology as a user evaluation medium for evaluating a shunter locomotive’s driver cabin?” The answer of this main question is expected to be found in two bases: (1) from the literature and (2) from empirical studies. To answer the main question, firstly, it is required to gather general information related to research topic from the existing sources which are available in the literature. To obtain this general information, three sub-questions are defined to be found in the literature: (1) “What are the main user evaluation mediums for vehicle designs?” (2) “What are the advantages and disadvantages of those mediums?” and (3) “Why VR can be an efficient solution for evaluating a large-scale shunter locomotive driver cabin?”. After finding answers to these questions from the literature, two other sub-questions are defined to be answered by empirical studies: (1) “What are the subjective evaluation criteria of a shunter locomotive’s driver cabin?” and (2) “According to users, what are the potentials of VR experience they had?” These questions are expected to be answered from the empirical studies because they are more unique compared to the previous ones, difficult to collect from the literature and required to be questioned subjectively with the real users.

1.6 Structure of the thesis

This thesis is composed of five chapters. Contents of the chapters are indicated below.

Chapter 1 starts with the definition of a shunter locomotive and the scope of shunter locomotive project in Aselsan as introductory information for the thesis content. Then

the background of the problem, aim of the study, research questions and structure of the thesis are stated.

Chapter 2 focuses on user evaluation in vehicle design and it starts with the topic of general design development and evaluation process. Then it continues with user evaluation and data collection methods including objective and subjective evaluation measurements. Finally, after indicating the evaluation criteria for vehicles, the chapter ends with the discussion of four main user evaluation mediums for driver compartments: Software analysis, physical prototype, simulations and virtual reality. The content of this chapter is gathered from the literature.

Chapter 3 concentrates on virtual reality. Its definition and types are described. Then, Oculus Rift VR set, which is the chosen head mounted display virtual reality system for this study, is introduced. This chapter also indicates the general usage areas of VR, and its advantages and disadvantages in product development process based the regarding literature.

Chapter 4 explains the methodology of this thesis which is composed of four stages: Initial research, empirical study 1, design development and preparation of VR, and empirical study 2. Sample groups, research and analysis method, and resulted dimensions are described in this chapter. The evaluation criteria of a shunter locomotive's driver cabin and the potentials of VR for user evaluation are revealed as a result of the empirical studies.

Chapter 5 is the conclusion in which the research questions are answered and the discussions are made. VR's potentials in terms of the shunter locomotive project and its advantages and disadvantages compared to other mediums are indicated. This chapter ends with the limitation of the study and recommendations for further research.

CHAPTER 2

USER EVALUATION IN VEHICLE DESIGN

This chapter starts by explaining a general design development and evaluation process, then it focuses on the user evaluation and data collection methods in vehicle design. The evaluation measurements are presented under the topics of objective and subjective evaluations. Then evaluation criteria that can be considered in these evaluations are overviewed. Afterwards, the user evaluation mediums, which are used in such evaluations for vehicle design, are presented. It is significant to indicate the other existent mediums to discuss virtual reality system's advantages over them.

2.1 General design development and evaluation process

A product should satisfy users completely to achieve success in the market. Making pre-evaluations on a product before, during and after the design development process is a good way to check it continuously before it takes its place in the market.

Evaluating a vehicle is composed of different tools, mediums, methods and techniques. Some of them even starts before the beginning of product development process. First of all, observing and evaluating other existing similar vehicles makes an initial general introduction to the designer about that specific product. Understanding the main requirements and noticing the fine design details about the new design field become possible by this method which is called benchmarking. After making an introduction by knowing competitor brands, it is significant to briefly convert customer needs into functional clarifications. Then, it is eligible to check related standards and also take ergonomic requirements into consideration. After gathering enough information, design development process improves by the means of CAD models, software analysis, physical models and different types of simulations. These mediums take a significant part for both design development and evaluation processes (see Section 2.5 for more information about design evaluation mediums).

2.2 User evaluation and data collection methods

User evaluation refers to a combination of methods, techniques and mediums utilized to reveal how a user perceives a product or a system. To evaluate a product according to users' perceptions, expectations and concerns, it is important to understand how they experience it.

During and after the design development process, it is important to include the user group in the process and receive feedback to make sure if the design meets user desires. User evaluations can be managed by using at least one of the following data collection methods: communicational, experimental and observational methods (Bhise, 2012).

To begin with the first one, after showing the product, making an interview with users, asking specific questions and noting or recording the responses is a brief definition of the communicational data collection methods which is used in marketing research. Investigator can deeply communicate with the users and reveal their valuable feedback in an interview through well-prepared questions. The data collection here can be done by just receiving user's comments passively or the user can be asked to also use the product. This additional interaction is valuable in the case of vehicle evaluation. In the experimental methods, more than one vehicle or component are included in the evaluation to generate an experimental comparison. All of them can be different alternatives of the same manufacturer or only one of them can be the manufacturer's vehicle and the others are picked from a variety of other manufacturer's vehicles. The user is asked to accomplish the same task on these different products. This condition enables a comparison among different designs and makes it possible to reveal good and insufficient features of each one. This method is good for performance measurement studies. Moreover, users can be asked to rate the products by considering certain aspects such as usability, luxury and comfort. This application can especially be efficient if it is applied in field evaluations. On the other hand, in observational methods, it is even possible to gather user evaluation feedback – for example in a car showroom – just by observing the user's facial expressions, acts and verbal comments without questioning or asking users to do anything intentionally. For all the methods, recording the participant's reactions is beneficial because it makes it possible to overview the data later.

2.3 Evaluation measurements

A product can be evaluated basically by two types of measurements: objective and subjective. Objective evaluation involves precise facts without respondent biases and this is the reason why they are generally preferred by the researchers in automotive industry. However, it does not matter how good is a product objectively, it should also be experienced and evaluated by users individually because experience is subjective and it may change through situations, people and their relationship with the objects and other people (Hassenzahl, 2010). Moreover, there are also vehicle features which are not possible to be measured without using human subjects such as visual appeal, perceived quality and comfort.

2.3.1 Objective evaluation

Objective evaluation of a product should refer certain facts which are not influenced by personal feelings or opinions. Firstly, a product should be physically ergonomic for a human being. A human's anatomic structure composed of muscles, skeleton and joints is capable of particular movements such as gripping, twisting, pushing or being able to reach a certain limited area. For example, while gripping a handle of a product, the movement area of thumbs is limited. On the other hand, holding a weight in a certain position or twisting wrists to an inappropriate position may cause pain in short or long terms. Therefore, a product primarily should be appropriate for humans' anatomy. Secondly, after maintaining these conditions, the product should be appropriate for not only a specified person but all the members in the target user population in different body dimensions. Considering these issues, anthropometric data is a very detailed and reliable documentation which helps designers staying in the safe area related to physical relations between humans and the product. In other words, anthropometry provides a critical guidance to ergonomics and design (Gkikas, 2012). Databases such as "Adultdata" (Peebles & Norris, 1998) provides a great source of general anthropometric data but it is critical to indicate that even the authors of this database remarks the importance of testing and evaluating when it comes to ergonomics and product design.

Anthropometric data makes relation of product-human studies possible in specific product fields. As a result, for almost every unique type of product, some standard requirements or recommendations reveal. They define free aspects and limits showing

the right way for a suitable and usable design. For example, the height range of a standard chair and table is defined or a cylindrical handle should be designed in a certain range of diameter. Just like these examples, there are also specific standardization documentaries which are confirmed by the USA, Europe or the whole world in specific product areas such as ergonomics of medical devices (HE75) (*Human factors engineering – Design of medical devices Objectives and uses of AAMI standards and recommended practices*, 2009) , military products (MIL-STD-1472) (Mil-std, 1999) and automotive (The Society of Automotive Engineers International (SAE)(Sae.org, 2018)).

In the case of this thesis, there is a standardization document named International Union of Railways (UIC) for railway vehicles (UIC – International union of railways, 2018). UIC covers interior and exterior design of railway vehicles regarding ergonomics and human factors engineering.

The shunter locomotive's driver cabin in this thesis is designed according to the information supplied in UIC. The obligatory and recommendatory necessities such as operator cabin, driver desk and seating dimensions are included in the UIC. H-point (Hip-point) is also a common significant objective aspect which is used in vehicle design including railway, automotive and aviation. H-point is basically the relative location of a driver's hip which is the torso and upper leg's pivot point. It is also revealed from anthropometric data and used in vehicle design for critical ergonomic issues such as visibility, seating comfort, roof height and ease of entry and exit. To sum up, ergonomic standardizations can be considered as critical tools for the design and objective evaluation processes.

2.3.2 Subjective evaluation

During the evaluation of a product the same situations may result with different subjective experiences for users because of varying age, sex, personal habits or culture. Thus, as long as human experience is the main design goal, it is critical to consider transforming perception from objective to subjective while designing and in evaluation (Hassenzahl, 2010). Objective models can supply developing and testing methods only for limited range of environmental circumstances. However, product's efficiency can be evaluated best with users by subjective evaluation, because they are powerful tools which can give effective feedback (Gkikas, 2012). Since user evaluations have been

applied for a long time by researchers, recently, standardized evaluation methods also revealed for subjective evaluations such as ISO 14505-3 *Evaluation of the Thermal Environment in Vehicles, Part 3: Evaluation of Thermal Comfort Using Human Subjects* (2006). Scientifically valid protocols and computation scales are provided in this documentations for researchers.

Unfortunately, it is not always possible to find a research guide related to a specific design topic. Therefore, it can be necessary for a researcher to find out the evaluation aspects by himself. Task analysis is a good method for reaching subjective data. It is an analysis which works on how a specific task is accomplished including comprehensive aspects of both manual and mental activities. Task elements, durations, environmental circumstances, essential tools or clothes, and any other unique factors take place in the usage scenario. Breaking down a main task into subtasks or stages and analysing them step by step is the main idea of task analysis. In the case of a vehicle's driving task, understanding the whole scenario gains importance regarding how an operator experiences the driving place, what kind of information and control elements are essential and how designers need to compose those by considering ergonomics, human factors and human – machine interaction requirements (Gkikas, 2012). To do this successfully, it is important to understand users and how they experience a product, system or an environment. In addition to objective feedback, users' emotional and psychological feelings can shape their experiences and needs subjectively. These subjective outputs may also create some inputs. Using these emotional and psychological inputs for the development of products and services are considered within the scope of Kansei Engineering. It can be also a powerful method for design and evaluation. Usage of Kansei Engineering can lead to designing a product that fulfils the users' expectations by maximizing consumer satisfaction (Nagamachi, 2002).

2.3.2.1 User experience (UX) and UX metrics

User's needs, values, abilities and limitations related to a product shapes the resulted user experiences (UX). These experiences create inputs for the subjective evaluation of products. Albert & Tullis (2013) present metrics as tools for measuring or evaluating a specific phenomenon or thing and define those evaluation criteria as UX metrics. Metrics help researchers compare products by considering whether one is bigger, shorter or faster than others or not. The purpose is quantifying the product's properties

such as dimension, distance and speed. Metrics are involved in many areas in our lives. Distance, time, weight, height etc. are some of them. Every profession, practice and industry has its own set of metrics, for instance, automotive industry measures the motor force by horsepower or computer industry is interested in the processor speed or memory size. The UX metrics are not so different, they also have specified metrics such as user satisfaction, task achievement or usage errors. UX metrics concerns also quantity – the amount of people declared a problem or the number of users successfully completed a task – as much as it does qualities coming from user evaluations. The main difference between UX metrics and other metrics is while other metrics deal with specific issues, UX metrics make research something about the people, their personal experiences, thoughts, attitudes, or varied anthropometrics and behavioural responses which are extremely diverse and adaptable. Therefore, identifying specific and correct UX metrics related to the specific design issue, which is investigated, is important before starting a research. The research anecdotes and evaluation metrics should address those specific area's users, their concerns, and habits. Thus, before evaluating a design, it is significant to identify what are the critical aspects which will be evaluated.

It is also significant to decide using the correct type of metric for the research area. For example, self-reported metrics investigates information related to overall satisfaction, ease of use, clarity of terminology, success of navigation, awareness of specific features, visual appeal, and such things like that (Albert & Tullis, 2016). Therefore, to understand locomotive operator's such kind of thoughts, this research's data type is also defined as self-reported data. This is explained in more detail in Chapter 4: "Methodology".

2.4 Evaluation criteria for vehicles

Previous sections in this chapter overview user evaluation and data collection methods in vehicle design. In this section, evaluation criteria that can be considered during these evaluations are briefly discussed.

Every product has specific evaluation criteria according to its usage scenario. Even for different vehicles such as automobiles, planes and trains there are different design considerations, but the requirements for the driver work places are almost similar to each other such as the importance of visibility and the conditions related to driver

ergonomics. To begin with, in automotive design, briefly, comfort, driver vision, and driving safety are the main evaluation criteria (Gkikas, 2012). The criterion of comfort firstly involves the issues of thermal and vibrational comforts and secondly, sitting and driving posture regarding ergonomics. Positioning of primary controls should be good for reachability and equipment ergonomics should satisfy ease of interaction (Kallmann et al., 2003). Driver vision is composed of driver's main attention and distraction regarding both the interior and exterior vehicle elements. On the other hand, night vision, general sun angle and specific angles such as the angle while entering in a tunnel are other issues regarding driver vision. Kallmann et al. also indicates the importance of driver vision through the visibility of dashboard instruments, exterior environments and mirrors (2003). Lastly driving safety, is a mixture of active and passive occupant protection systems. While active safety can be defined briefly as the systems for preventing accidents, passive safety can be indicated as systems reducing accident consequences. On the other hand, for aviation vehicles' cockpits, the requirements are also quite similar. Main criteria can be indicated as handling comfort of handles, flight deck configuration, field of view, and complex operating scenarios' applicability (Parkes, 2012). In railway vehicles, the locomotive standards mostly focus on the visibility, use of light, reachability and handling ergonomics of controllers (UIC – International union of railways, 2018). On the other hand, there is a study focusing on passenger carriage interior and the components of seating unit, grabbing bars and interior lightings regarding the criteria of layout, form, color and material, in other words mostly focusing on visual appeal (Turhan, 2008).

To sum up, there are evaluation criteria in vehicle driver work places related to comfort including the ergonomics of deck controls, driver vision, driver safety, visual appeal and criteria that are peculiar to driving scenarios of specific vehicles. However, it is also possible to say that evaluations originate from individual perspectives because evaluation criteria can change from persona to persona (Hutchison & Mitchell, 2011). Thus, it is still beneficial to question the specific evaluation criteria for a shunter locomotive driver cabin design.

2.5 User evaluation mediums for driver compartments

To obtain evaluation outputs objectively and/or subjectively there are four main mediums come into prominence: “Software analysis, physical prototype, virtual prototype and simulation (Deisinger et al., n.d.; Sagot et al. (2003); Petrie & Bevan (2009); Ferrise et al. (2015))”

2.5.1 Software analysis

Some features of CAD models can be tested in software environments directly without producing the physical model or product itself. Durableness of a structure, tension-compression resistance, vibration, thermal endurance of a mechanical product are some analysis types which can be conducted in software programs. In the case of an operator cabin project, human factors related to the product also gain importance as much as mechanical durableness, resistance or endurance of the product’s structural features. Currently, it is also possible to analyze anthropometric data in software environment. The procedure is observing the relation between the product model and an anthropometric human model on the computer.

There are literature examples of usage of software analysis instead of real human user evaluation. Sagot et al. (2003) utilize CATIA software for examining ergonomic conditions of a seated and standing driver in a high speed train’s control room. They model the human body including the anthropometric range of 5% and 95% (Figure 2.1). Thus, by providing the optimum posture behind the driver desk, it was possible to see the reaching area of the limbs for all range of people in a computer aided environment. Moreover, because the position of the head and angles of sight are defined by solid angles, it was likely to foreseen the layout of control elements.

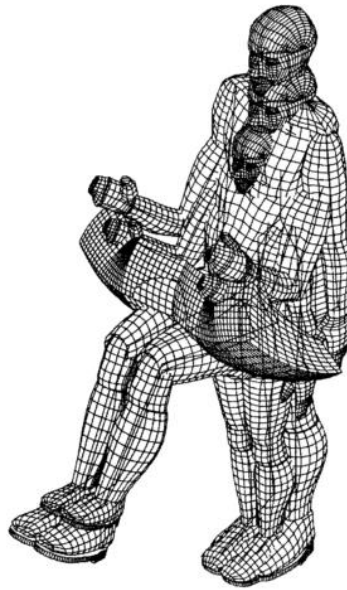


Figure 2.1 Software analysis image showing the seated and standing driver (for 5% and 95%) (Sagot et al., 2003)

Deisinger et al., n.d. suggest another digital analysis tool named ERGONAUT for ergonomic analysis of a tractor cabin console (Figure 2.2). The tool contains an anthropological human model to test the CAD model of an existing tractor cabin. They use it to test a human's reach envelopes and anthropologic discomfort values, but in the study, there is also a third step which concentrates on subjective testing. In this case, they prefer to use a mixed-reality model composed of a physical model and a virtual cabin environment generated by CAVE VR system (the CAVE system will be explained in 3.1.1).

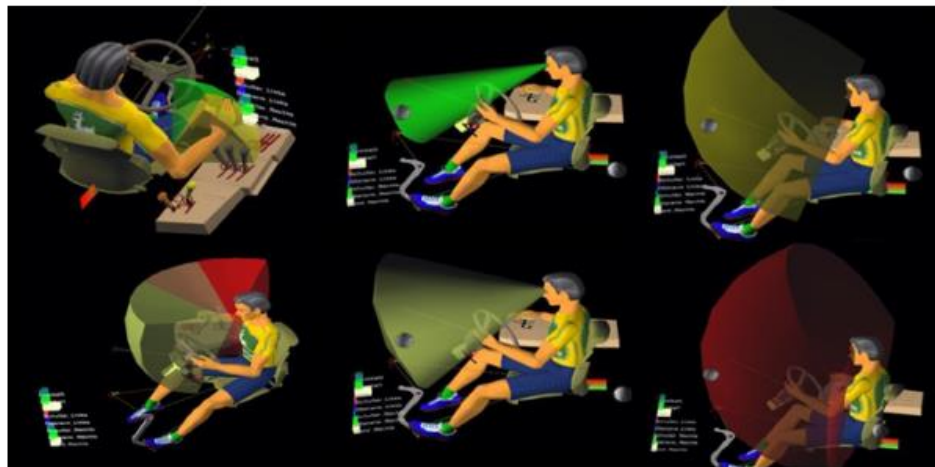


Figure 2.2 Visual field and reach envelopes of ERGONAUT (Deisinger et al., 2000)

One of the best advantage of software analysis is being able to support a design with anthropometrical data in the computer aided environment without needing large amount of variable people to make measurements on them to reach a statistical reality. Another advantage of software analysis is being able to test the ergonomic conditions such as H-point, by using CAD models, and without needing a physical model. However, observing real human interaction is not possible in this method. In other words, it is useful for objective evaluation but not usable for obtaining subjective evaluation.

2.5.2 Physical prototype

Preparing physical prototypes and basic mock-ups is one of the oldest user evaluation methods. The aim of a physical model is simulating the product experience close to reality by enabling to see aspects such as product proportions or assess usability before manufacturing the real one.

From low fidelity to high fidelity there is an array of prototyping. According to phase of the design process or evaluation purpose, the complexity of a physical model may change. At first it is better to make more basic and less detailed mock-ups to prevent wasting unnecessary effort and time (Petrie & Bevan, 2009). Because after evaluating the prototype, according to feedback, iterations will be required on the model to move further evaluation steps. When such iterations are needed in the physical model, because it is difficult to change the existing one, reconstructing the model can be necessary. However, it can be costly and time consuming for large physical models.

On the other hand, getting subjective feedback from physical models may not be possible always because usage of different uncolored mock-up materials may cause different feelings compared to the real one. Ferrise et al. (2015) question whether preparing a plenty of easily modifiable and working physical prototypes is the best thing to do to design a successful product experience or not. Their answer is to this question is negative because of the following reason: Because too many mock-ups will be needed from the beginning to end, first ones will inevitably be lo-fi mock-ups which are made of basic cheap materials such as cardboards. Therefore, the usage of alternative materials instead of the real ones – for example, using only cardboards instead of wood, steel and glass – will cause experiencing different sounds, haptic feedback and feelings on the physical model. As a result, the experience of the physical model will not be the same with the real product. Ferrise et al. (2015) remarks that

“Physical and rapid prototypes can reproduce sensory cues faithfully only if they are very similar to the final product.” (p.1968) Secondly, even preparing lo-fi prototypes can still be costly in high range and difficult to modify. Falcão & Soares (2013) refer physical prototypes as expensive mediums and also they find such prototypes difficult to modify. Applying changes to physical prototypes further increases the cost. Thus, modifying a finished physical model according to user feedback is another problem. This is also a significant problem because more the evaluation feedback increases, more the changes on the model needs to be tested again to see if the new one is better. To illustrate, for comfort evaluation of a hair dryer handle, it is not so difficult to add a small part or remove a piece apart from the mock-up because it is small and practical to make changes on it. However, for a locomotive example, the situation is different. It is a huge product composed of exterior engine rooms, their covering surfaces, a walkway surrounding it, its protective barriers, spotlights and an operator cabin which is nearly a small room with lots of component such as two driver desks and seats. In such a complex structure, if the researcher’s aim is, for instance, to evaluate the visibility of the railway, all the components of the vehicle take a role and gain importance. Constructing such a structure as a physical model and making modifications on it according to feedback is very time consuming and costly.

2.5.3 Simulations

Simulation is a user evaluation medium which is a mixture of some other mediums and components such as physical models, sound system and virtual environments in a visualization screen to catch the closest experience to the real. it is also mentioned as Mixed-Reality (MR) as it both includes physical and virtual models such as in the example of Deisinger et al (n.d.) above but the content is almost the same. Sagot et al. (2003) in their study, indicated the final step of ergonomic user analysis of a high speed train driver cabin as a comprehensive simulation composed of a physical prototype, a screen and a sound system (Figure 2.3). The physical prototype is a model of driver cabin and desk which is in the final geometry with correct materials. The screen is a video wall showing formerly recorded environment visions. Finally, the sound system is composed of speakers delivering the noise of the train. Therefore, the simulator reproduces the behavior of the high-speed train for a realistic evaluation.

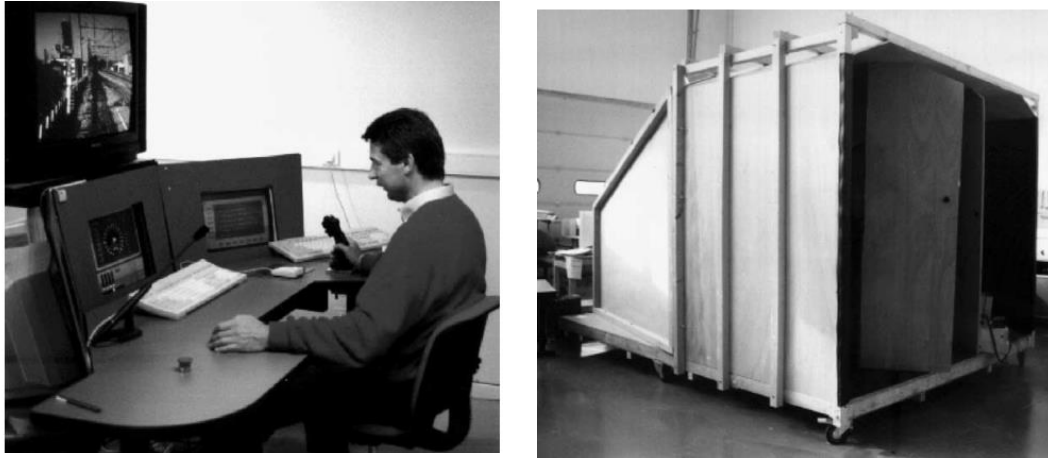


Figure 2.3 The simulation and physical model (Sagot et al., 2003)

In another study (Kallmann et al., 2003), a physical prototype (a seat and car driver wheel) in front of a vision projected screen with 3D shutter glasses is used as a simulation setup of a car (Figure 2.4). In this research: reaching, interacting, driving and training tasks are investigated. Besides benefits of the research such as providing a realistic experience, they stated three main disadvantages for the physical prototype of the setup: It is costly, hard to be updated and its mobility is problematic because of its weight and size. It is very obvious that the design will evolve and change in the process, so updating the model is important. To think that simulations are used for a locomotive driver cabin, moving such a heavy and large-scaled set-up composed of models, screens, and speakers will be very difficult. Especially if the users supposed to evaluate the system are far away and cannot be transported to the place where set-up located, mobility is an important problem.



Figure 2.4 Physical prototype configuration with a screen and 3D shutter glasses
(Kallmann et al., 2003)

2.5.4 Virtual reality (VR)

Virtual Reality (VR) is the last evaluation medium which can be used for objective and/or subjective user evaluation. Because this method constitutes a wide and significant part of this thesis, it is explained in Chapter 3 in detail.

CHAPTER 3

VIRTUAL REALITY (VR)

This chapter focuses on virtual reality (VR) systems. Firstly, the definition of virtual reality and types of it from past to current are described. Then, Oculus Rift VR set, which is the chosen head mounted display virtual reality system for this study, is introduced. The general usage areas of VR and the ones in industrial design and architecture are explained. Finally, advantages and disadvantages of VR usage in product development and user evaluation are discussed.

3.1 What is virtual reality (VR)?

Virtual Reality (VR) is a realistic 3D image or artificial environment which is created by an interactive hardware and software. The aim of VR is to create a realistic immersive experience in a virtual environment.

3.1.1 VR types

It is difficult to categorize certainly all the VR systems. There are different classifications in the literature originating from different approaches. Lee et al. (2004) categorizes VR in 3 topics as desktop VR, immersive VR and immersive VR with real hands. In another source, it is categorized as non-immersive desktop systems, semi-immersive projection systems and fully immersive head-mounted display (HMD) systems (agocg.ac.uk, 2018). Some other source categorized VR according to its power supplier systems as mobile VR, console VR and computer VR (bestbuy, 2018). Thus, it is not easy to define a certain universal categorization. However, VR systems can be observed old to new in general to recover improving technology.

3D glasses and vision

In this scope, it is possible to confirm that first partially-immersive VR type is a system composed of a screen and 3D glasses. It is simply the example lots of people familiar with in 3D cinemas (Figure 3.1).

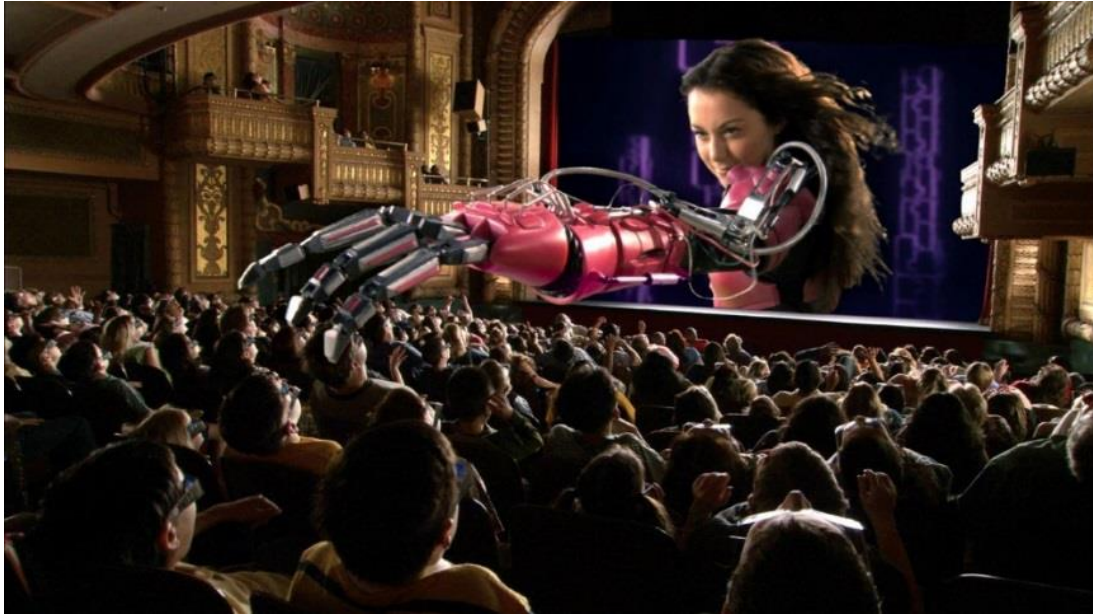


Figure 3.1 A simple VR experience with projection and 3D Glasses [Digital image 3]

Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)

CAVE is a VR system which is composed of a cube-shaped room in which all the walls, floors and ceilings are projection screens (Figure 3.2). The person inside wears 3D glasses which makes projected images appear to float in mid-air. The user can walk inside the room to observe the images from all angles. Sensors in the room track the user's position in the room to synchronize and align the perspective correctly. The CAVE room should be completely dark during the usage. CAVEs are used in a wide range of areas as a research tool including archaeology, geology, biology, engineering, architecture, art, medicine and healthcare, geometry, meteorology and physics (whatis.com, 2018). In some user tests, physical models are also used with the CAVE to enhance the VR experience. However, with CAVE, it is not possible to test reachability in the virtual environment and performing an efficient interactive driving task even if there is a desktop configuration because it is not possible to interact with the displayed virtual vehicle (Kallmann et al., 2003).



Figure 3.2 Cave Automatic Virtual Environment (CAVE) VR system
[Digital image 4]

VR head mounted display (HMD)

VR head mounted display (HMD) system is indicated as a fully immersive VR experience (Falcão & Soares, 2013). A HMD headset is a wearable device which is composed of two visual displays in front of each separate eyes (Figure 3.3). Two separate images are displayed in those displays to supply the experienter with a stereoscopic image. The sensation of immersion is effectively obtained by the experienter's head movements and changing views accordingly with the tracking system. After all, the user is surrounded completely with a virtual world and isolated from the real one. The user is free to look wherever he wants in any position, angle and point of view.



Figure 3.3 VR Head Mounted Display (HMD) Headset [Digital image 5]

After a while, VR HMD experience enhanced with some hand devices such as special joysticks or gloves with sensors detecting the 3D location of the hands (Figure 3.4 and Figure 3.5). This extension made it possible to see user's own hands or hand positions in the 3D virtual environment. This technology expanded the usage experience of VR from just watching to interfering and controlling the virtual world. Thanks to this improvement, after virtual videos, VR started to be popular in new fields such as gaming, CAD modelling and reachability evaluation of products. This subject will be explained widely in section 3.2.

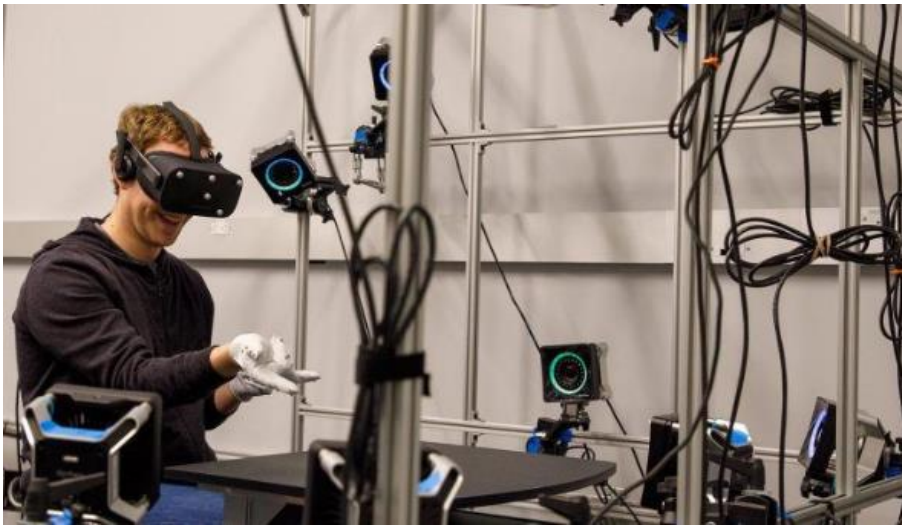


Figure 3.4 An image showing virtual hand gloves of Oculus Rift [Digital image 6]



Figure 3.5 An image showing how the user sees his own hands while using Oculus Rift Touch [Digital image 7]

Oculus rift touch as a VR HMD and virtual hands

There are different companies establishing VR HMD products such as Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR and Google Cardboard. However, not all of them provides virtual hand devices. Oculus Rift and HTC Vive are two products which enable 3D virtual hand devices successfully in the market. Because this study also aims to evaluate the ease of reachability to the control units of the driver desk as much as visual evaluation, VR products with virtual hands are more preferable in this case. On the other hand, virtual hands also increase the feeling of virtual immersion for the visual evaluations because seeing the hands and reaching around in that virtual environment makes it possible to understand the depth of field better. This is why other VR devices are not explained in detail and VR systems with virtual hands are focused on.

In this study, Oculus Rift's "Oculus Rift Touch" model is explained in detail because it is preferred instead of HTC Vive. The reason is in addition to its good immersive virtual experience with a wide realistic seeing area, it has a more realistic virtual hand feature. HTC Vive is not preferred because the hand devices of it looks like some tools more than the user's own hands in the virtual world. On the other hand, Oculus Rift's hand devices are prepared especially for the main gestures of human hands such as grabbing, pointing, squeezing, moving the thumbs and making a fist. Oculus Rift's hand tools can do these gestures by being able to track the movements of thumbs, point fingers and middle fingers. Figure 3.6 shows the possible hand gestures which can be done by Oculus Rift hand devices.

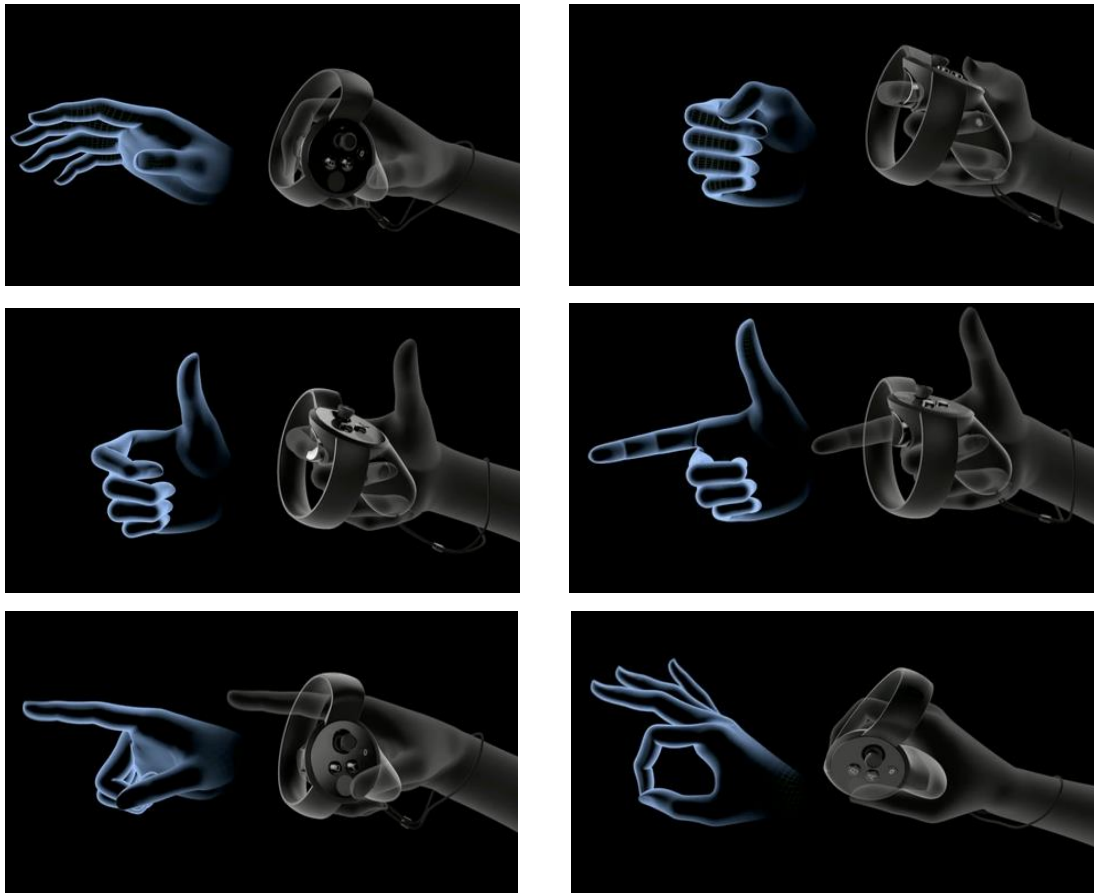


Figure 3.6 Hand gestures enabled by Oculus Rift hand devices [Digital image 8]

This feature makes it possible to test grabbing a lever, pressing a pushbutton, pulling a toggle switch or turning a rotary switch which all are different main components of a locomotive's control desk. To open a bracket, it is possible to say that there are also some virtual hand gloves which mirrors the movements of fingers into the virtual world. However, these gloves are not preferred in this research because of three reasons: (1) Gloves makes hands sweaty and this can cause an uncomfortable situation among varied users (2) Gloves do not provide palms with grabbing force feedback while stick-shaped hand tools provide a hard surface (3) Ring finger and little finger are not so critique to use in such a study. (Desai, Desai, Ajmera, & Mehta, 2014) defines Oculus Rift Touch's innovator aspect as:

“It is a new form of human machine interaction that is beyond keyboard, mouse or even touch screen for that matter. It is a means by which one can interact with full visual immersion.” (p. 175)

This device has an 18 cm screen with a tracking system. This technology allows the viewer being immersed in a virtual world with an opportunity of turning the head up to 360° (Oculus, 2018).

Virtual environments can be experienced by VR hardware but as mentioned before, a software support is also needed to prepare that virtual environment. Unity is a popular game engine which can be used for preparing VR inputs suitable for Oculus Rift (Figure 3.7). A game engine is basically a software used for the creation and development of computer games. Unity stands out with its user friendly interface, compatibility with current CAD model extensions, realistic simultaneous rendering features and suitability with a wide range of video platforms including VR applications. This makes it possible to create video games or applications for computers, mobile phones, game consoles and fully immersive VR systems. Moreover, thanks to the ability of creating scripts, it is possible to create interactive implementations that makes complex scenarios alive. As a result, Unity can be briefly introduced as an efficient multiplatform game engine which enables developers to target devices easier including the ability of processing VR outputs (Peruzzini, Mengoni, & Raponi, 2016).



Figure 3.7 An example for Unity interface which is being used for a VR game development [Digital image 9]

3.2 General usage areas of VR

VR video games, short films and other applications in the field of entertainment such as roller coaster or horror tunnel simulations are some of common usage areas of virtual reality. In time, VR has become popular and started to be used in various other domains. VR systems are used to provide practical training in a number of human activities, including medical training (Albani & Lee, 2007; Basdogan et al., 2004; Derossis, Bothwell, Sigman, & Fried, 1998; Gosselin, Ferlay, Bouchigny, Mégard, & Taha, 2010), rehabilitation (Alamri, Eid, Iglesias, Shirmohammadi, & El Saddik, 2008), flight (Blake, 1996), calligraphy (Henmi & Yoshikawa, 1998; Nishino, Murayama, Kagawa, & Utsumiya, 2010), painting (Baxter, Scheib, Lin, & Manocha, 2001) CAVE and HMD VR systems are used in psychotherapies for the anxiety disorders and relaxation treatments (Kim, Rosenthal, Zielinski, & Brady, 2012).

Because VR systems make people feel like they are in a completely different world, VR's psychological effects are discovered not long after it became common. It is used for the treatments of phobias or used just for meditation aiming personal relaxation. Moreover, CAVE and HMD VR systems are used in psychotherapies for the anxiety disorders and relaxation treatments and it is stated that VR technology creates different emotional responses on humans (Kim et al., 2012).

On the other hand, it is also used as an education tool in different fields: in pilot education, for reassuring height phobia and in medical education as a training tool of surgeries, moreover, VR is believed to be the future's technology by expanding even more scopes (Desai et al., 2014).

3.3 VR usage in the field of industrial design and architecture

What is more significant related to this thesis, is the usage areas of VR related to architecture and industrial design. They both have importance because a locomotive's operator cabin is both an architectural living area and a control desk which requires studies regarding industrial design such as ergonomics and ease of use.

One of VR's beneficial usage areas in design is its potential in 3D CAD modelling. For every designer, realization of imagination is a very initial, basic and significant phase of a design process. Hand sketches are oldest, simplest and fastest way for making ideas alive on the paper. However, in the contemporary practice, Computer Aided Design (CAD) modelling programs make this process more realistic, accurate

and so professional. The reason is, it makes 3D thinking much easier on the computer screen by rotating the model which floats in a parametric space. Briefly, the chance of looking at the same model in any angle and the ability of drawing parametrically on that model was a remarkable innovation after hand sketching just on a paper. However, there is still a disadvantage of CAD modelling, the sense of scale of the model. Modelling a design on the computer can result in unexpected outputs when it is produced. For example, a chair can look in a good proportion on the computer screen when it is first modelled but after it gets real, it can be found smaller or larger than it is expected. At this point, VR comes as a potential solution. VR HMD can be used instead of a computer screen and seeing the 3D model in real 1/1 scale becomes possible. Because HMD's in the market are built according to the real human sight angles and depth of field, the person using it perceives any object in the virtual environment very close to the real one regarding object dimensions. As VR can be used as a screen instead of a monitor, the VR technology can be prepared as a whole new modelling system by using its special hand devices. (Ye et al., 2006) also present a VR-based conceptual 3D CAD system named LUCID in their research and indicated the potential of VR technology in the profession of industrial design. LUCID presented as a whole new VR system supplying designers with a new interaction that makes it possible to create, view, touch and listen to CAD models. As a result, these possibilities offer new advantages to the modelling practice. According to Peng (2007) there are 4 main benefits of VR modelling lessons: providing closest real life experience, reducing uncertain and accelerating understanding, reducing the product lead time and cost, improving product reliability and quality.

Another usage area of VR technology is taking advantage of it as a research tool including user evaluation and tests. Thanks to VR's ability of simulating real environments and objects in it in a realistic way, it is possible to offer a new design to a user or a customer through VR.

Since VR became popular as a research tool, it was a necessity to make studies and test the feasibility and efficiency of VR in these fields. For instance, Bruno & Muzzupappa (2010) test it on the interface of a microwave oven and washing machine by comparing real-product and virtual-product interactions. According to their study, in virtual reality environments, it is possible to design, simulate, analyze, and test virtual prototypes in a very user-friendly way with the advantage of replacing the

physical mock-ups with a notable reduction of costs and market-distribution time. As another example, Kuliga, Thrash, Dalton, & Hölscher (2015) also defence VR as a reliable empirical user-environment research tool in their study by making users compare real environment (RE) and virtual environment (VE) of an interior building. Their qualitative feedback indicates the two is technically similar except for some atmospheric differences caused by different colors, light, textures and extra cleanliness of the virtual environment. As a final example, Aromaa & Kaisa (2016) addresses VR as a reliable tool for ergonomic evaluations. They compare Augmented Reality (AR) and Virtual Environment (VE) on a mobile rock crushing machine. According to study results VE is more suitable than AR because it is more sensible.

To conclude, VR is shown as a feasible medium in varied studies. It is an efficient and valuable research tool for human-environment interaction studies because it enables elaborative observations, precise behavior measurements, and systematic environmental interferences which are controlled under laboratory conditions (Kuliga et al., 2015). Moreover, the usage of VR in the interior fields, rather than one focused area or product, even manages a more powerful effect because the nature of VR includes a 360 degree of field immersion related to the whole environment surrounding the user. This is why the usage of VR in architectural presentations and evaluations is very popular, because it has a high level of spatial accuracy and so it is stated as a validate test method for interiors (Portman, Natapov, & Fisher-Gewirtzman, 2015).

At the University of North Carolina, USA, an architect team prepared a virtual building which creates the possibility of viewing the design from inside and correcting the design errors before the building was physically constructed (Grajewski et al., 2013). This is a critical example in which time and money are saved. To minimize the risks regarding an architectural design, the test object should be prepared in 1x1 scale. However, preparing a 1x1 mock-up or physically constructing the building as real are not so different. Thus, VR offers a helpful solution in such an architectural situation. As VR can be used for a general evaluation of a room interior, it can also be used for a specific part of that room or a product in that area. This can be the size of windows, the amount of light they let in, the suitability of a new sofa placed among other furniture or just the color of walls or texture of wall papers (Figure 3.8).



Figure 3.8 Interactive wall color presenter (Arbona, 2013)

There is an architectural application illustrating this kind of a situation: (Arbona, 2013) uses a VR environment for his customers to evaluate ceramic tile products. In this scope, customers are able to see different ceramic tiles in various shapes, textures and colors, in other words visual appeal of a product. This gives an opportunity to the customer to evaluate and decide on which product is more appropriate for customer's home, taste and specific furniture he owns. According to Arbona (2013), customers had a remarkable pleasure to see ceramic tile options on their own home's walls. They contributed the design according to their taste and found it very interactive and emotionally satisfying. To sum up, VR has a potential in the field of architecture for both the evaluation of an empty building and the interior decoration.

To continue with the usage of VR in the field of industrial design as a test and evaluation medium, there are also examples from literature. Different area designs for electronic cards test bed prepared by an industrial designer is presented to the users through VR images and virtual hands for evaluating it in terms of ergonomics concerning reachability and ease of use (Bennes et al., 2014) (Figure 3.9).



Figure 3.9 The case study for electronic cards test bed (Bennes et al., 2014)

The research is conducted with the consultancy of a human factor expert. Perception of shape, volume and reachability for different designs are observed. This VR application makes users better understand the general volumes of the design and reveals possible proportion errors which may require major changes. As a result, the industrial designer can choose the best design option and make corrections on it. Bennes et al. (2014) present the benefits of the study as follows: (1) Saving money and time by avoiding realization of full scale mock-ups, (2) Avoiding fatal design errors which may cause expensive results or critique delays on the project, (3) Being able to make final decisions in a more reliable way by evaluating the future product, and (4) Presenting the acceptance of VR for industrial designers.

In the case of this thesis, it is also important to observe VR applications for vehicle interior designs. VR can be very helpful for them because of two reasons. First, they are closed areas concerning spatial perception as in architectural structures. Second, they include a system of human-product interaction concerning industrial design in terms of considerations such as ergonomics and usability. Therefore, vehicle interiors are like a mixture of architecture and industrial design. Thus, VR systems are now used for vehicles ergonomics, perceived quality, styling, and interior lighting (Kemeny, 2014). Moreover, VR systems are also good at presenting a workplace with the details of its real operation environment and usability of it so VR allows various analyses about the operation space such as arrangement of the control desk, spaciousness, dimensions and adjustability of workplace components (Grajewski et al., 2013).

In another example, VR is used for the evaluation of a food truck interior (Song et al., 2017). In this study, the importance of user experience is emphasized in terms of product's function and performance evaluation. According to the outcome, researchers defend VR as a quite efficient tool. The users verify that they feel that their experience is broadened related to the usage of food truck although they did not interact with it physically before (Song et al., 2017). As a result, it is possible to say that there can be also a potential usage of VR aiming partially teaching new experiences that are not experienced and learned in real life before.

Another example of VR usage regarding vehicle interiors focuses on the accessibility tests of a plane's pilot cabin (Li & Liu, 2014). In this study, a virtual prototype of an aircraft cabin containing all of its control components is prepared. The accessibility evaluation is conducted through virtual hand devices. Thanks to the advanced real-time tracking system of VR, the position of hands in the space are detected. This makes it possible to see if the user's hands are around the button or away from it with a specific distance. The results indicate that VR with virtual hand devices is a simple and useful method suggesting a new approach for accessibility evaluation of aircraft control cabins (Li & Liu, 2014). A similar study is also applied for the decision making and development process of driver's workplace in city buses (Grajewski et al., 2013).

In the case of vehicle evaluation, interior free space and the size of windows or doors are also significant ergonomic issues in addition to reachability and usability. To illustrate, for the car doors, some people prefer high cars for the ease of getting in and out. In those type of cars, because the level of H point increases, it gets easier to get position on the seat. There is an example for it: in one research CAVE VR is used for testing the ease of getting in and out the car but researchers indicate that CAVE is not efficient enough by itself, there should be also a simple vehicle model to make the evaluation correct (Lawson, Herriotts, Malcolm, Gabrecht, & Hermawati, 2015).

To sum up, there are varied potentials of VR technologies in terms of user evaluation in the field of architecture and industrial design and also they are being used in different vehicle interiors such as a car, bus, food truck and plane. The examples from the literature focuses on evaluating the criteria of ergonomics, usability, reachability, learnability, visual appeals, perceived qualities, interior lighting, styling, model dimensions and spaciousness through VR. On the other hand, It is possible to say that

VR can be used in almost all product development processes, but the most effective benefits can be observed in prototyping stage (Falcão & Soares, 2013).

3.4 Advantages and disadvantages of VR

VR is being used in varied fields including design processes thanks to its potential advantages but there are also conditions in which VR is not completely efficient and it comes up with some advantages. Also generally in VR studies and related articles, some common statements are indicated related to the advantages and disadvantages of VR in the usage of product development and user evaluation processes.

Advantages of VR

First of all, VR applications save time and money. Because the preparation of model and all kinds of next alterations are made in a digital environment, no physical raw materials are used. Therefore, in the case of preparing big mock-ups, needing alterations or making mistakes in the process of making models no materials are wasted. There is also no need for spending time for manufacturing methods and material handling processes. A raw VR environment without materials and textures can be prepared with one click in the software by using prepared 3D CAD models. Moreover, making changes is not more than deleting an older version and updating the model to the new design. Virtual reality has developed as a more useful, efficient and effective tool in terms of time and money spent in the crucial various phases of design evaluation processes (Ye, Badiyani, Raja, & Schlegel, (2007). Aktaş (1997) also indicates that minimising the waste of time and money caused by design prototypes is possible with the application of VR testing. Some companies have been utilizing the advantages of VR to decrease the number of physical prototypes and have been preferring digital mock-ups instead of physical prototypes: Boeing (Schmitz, 1995), Volkswagen (Dai et al., 1996) and Caterpillar (Müller, Dorsey, McMillan, Jagnow, & Cutler, 2002) are some popular examples for those companies. On the other hand, in some conditions VR can be a complementary tool to other mediums rather than being a competitor. It is a fact that in most cases VR is able to obtain cheaper and faster feedback with a better interaction compared to physical prototypes but sometimes users still prefer to interact with also physical models so to be honest, VR and physical

prototypes can be considered to help each other in some circumstances (Falcão & Soares, 2013).

The saving of time and money is not always an aim for product prototyping. VR is also incrementally used for safety and ergonomics preparation in the workplaces. Simulating the conditions of a relax and safe working hall with VR also lead important cost reductions (Grajewski et al., 2013). Planning the area easily in a more immersive way makes it easier to predict possible dangerous or undesirable conditions which may cause loss of more money.

The next major advantage of VR is obtaining a more realistic interaction between the observer and the subject. Thanks to the improving technology materials, textures, lights, shadows and all other needed dimensions which helps observer to perceive a 3D object in a realistic way can be easily imitated in the virtual computer environment. Therefore, the vision on the computer screen turns into a very professional image. To make it a fully immersive and realistic experience, VR technology takes the image on the screen and put it in front of our eyes with fully scaled proportions in a 360 degree of spatial perception. This final touch generates the real time and space interaction in the conclusion. As a result, high fidelity visual prototypes can be generated easily (Ferrise et al., 2015). Thus, VR brings the possibilities of experimenting, analyzing and mutually discussing the design on the table (Kuliga et al., 2015). Especially in architectural and other closed area applications, the real-place immersion is even more sensible. Özen (2006) displays that virtual reality has accomplished to relate real space – real time connection and managed to approach real-place perception thanks to the ability of moving inside a visible architectural interior. In another scope, this realistic immersive interaction manages to present a project to a customer by making him perceive the design better. Backhaus et al., (2014) emphasize the significance of early customer contribution to the product development process and suggest VR to run this process with a maximum perception level for customers.

In addition to efficiency of time, money and realistic experience VR HMD systems are also easily movable. Because the whole virtual prototype is in the software, portability of the model can be easily managed by only moving the computer and the VR head set in a bag. This is obviously much easier than moving a bulky and heavy mock-up. Thanks to the limited size of VR HMD, performing evaluation tests at different

location is as easy as performing a laptop experiment at home (Cosma et al., 2016). Moreover, sometimes it is not even necessary to move any hardware from some place to another because applying multi-site remote connections is possible with virtual prototypes. Different co-workers in different location are able to connect one virtual environment to manage a collaborative work. The same condition is also applicable for a designer and his customer in terms of product evaluation. Sharing the data with remotely connected other people in a mixed reality teleconference makes it possible to present virtual objects in a common virtual world to talk about and make evaluations on it (Fillatreau et al., 2013). In other words, virtual prototypes can be shared online with other users belonging the same hardware.

To sum up, VR has advantages in terms of saving time and money, experiencing the scope more realistically and providing the ease of portability and online shareability.

Disadvantages of VR

VR is advantageous in most ways according to the purpose of application. Applications related to visual and aural senses are the most successful ones to simulate a very similar experience close to real. That's why lots of VR applications focus on 360 degrees of 3D vision and stereo sound. On the other hand, the experiences related to touching sense can be partially simulated in some particular ways. However, although the user can see his hands in the virtual environment and feel the distance which he can reach and touch, he cannot actually experience the real touching sense. Thus, it is possible to say that VR with eye projection and tracking systems has a main disadvantage: it lacks of haptic feedback (Grajewski et al., 2013). In terms of user evaluation, the VR system can be effectively used for accessibility issues, but because there is no force-feedback in VR, it is not quite probable to assess some ergonomic issues, such as grasping of controls (Kallmann et al., 2003). To enhance this experience, haptic vibrations are used in VR hand tools as in joysticks and haptic gloves, but it is not quite possible to create a real force-feedback or feel the real sensation of different textures, softness, hardness, slipperiness, etc. with the existing technology. To give another example, the VR environment in which the user is located can imitate a hot, cold, moist or windy environment perceptively but the user cannot feel it by the means of touching sense. Also the senses of taste and smell are not successfully imitated by virtual technology yet. Cosma et al. (2016) also indicate that

there is a lack of sensory aspects related to temperature, smell, taste, humidity or some certain substantial perceptions such as textures. Actually, in most cases related to ergonomics evaluation, senses like taste and smell are not very critical aspects, but lack of some other touching senses such as force-feedback may result in disadvantageous conditions. For instance, in a virtual car drive test, arms fatigue can occur in a short time because the experiencer does not have a physical steering wheel to support his hands (Kallmann et al., 2003).

To sum up, in the way of five senses, VR generates successful visual and auditory experiences and partially some haptic feedbacks but lacks of some senses such as force-feedback, weather conditions, smell or taste.

On the other hand, VR with HMD may cause another disadvantage based on visual perception. In some cases, some users may have difficulties redressing their own balance or feel motion sickness. Some different conditions may cause this situation. Because the VR glasses separate the user from his real vision completely, he constructs his all balance and perception according to what he sees in the screens in front of his eyes. If, the virtual image vibrates or slides, dizziness or loss of balance may occur. This may be a result of two main conditions. First, there can be a technical problem in the hardware viewing system. If the HMD tracking system cannot get the spatial feedback signals and fails to locate experiencer's head movements suitably, the virtual image may become distracted and presents undesirable vision (Techwalla, 2017). Second, the dizziness may occur because of the virtual scenario itself. For example, standing in a high altitude or being in a no-gravity environment may deceive the user's brain to react to that environment as it is real. On the other hand, also some fast moving scenes can make users dizzy although there is not a physical body acceleration. The sensation of walking or running in the virtual environment can also convince the users brain in a wrong way to create perceptual reactions to that, although the body itself is standing or sitting. Even though this is a problem for only some users while some others quickly get used to it, VR application and game creators take some precautions. To overcome this potential perceptual delusion, creators prefer to use teleportation for transportation instead of walking by means of hand controllers. If there is still a potential unpleasing condition in the VR application, pre-warnings are used to specify the possible concerns before the application starts. For example, Oculus Rift indicates a comfort level as "comfortable, moderate and intense" for all types of games and

applications in the Oculus Store before the application setup is completed (Support.oculus.com, 2018). On the other hand, there can be some psychological harms of VR in some cases. Scary VR environments prepared on purpose for entertainment may discomfort some sick people or a virtual narrow room space may disturb a person with claustrophobia. The user also should be informed before usage in the case of these type of conditions. Another psychological consequence of VR is preferring virtual world over real life or losing the ability of perceiving and reacting to the real experiences because of the feeling of desensitization (Techwalla, 2017). Although these are rare cases, it is necessary to remember that there is always a real world outside.

CHAPTER 4

METHODOLOGY

This thesis aims to find out the potentials of VR HMD and virtual hand technology for user evaluation of a shunter locomotive's driver cabin. To do that, a real-life project carried out in Aselsan A.Ş have provided context for carrying out this study. Therefore, the methodology stages are also shaped in a research - through design process. This chapter aims to explain these stages of the study's methodology.

The methodology involves four main stages. At Stage 1, benchmarking studies and initial explorations are made to get familiar with shunter locomotives. The knowledge coming from this stage is used for defining initial design requirements and shaping the questions of Stage 2. Stage 2 is the first empirical study. Its main purpose is determining the user requirements and evaluation criteria of a shunter locomotive's driver cabin. Requirements identified during the first empirical study were considered while designing the locomotive cabin at Stage 3 and also user evaluation criteria specified at this stage were used during the second empirical study at Stage 4. The second empirical study involved user evaluations based on virtual model of the locomotive cabin designed at Stage 3. At this stage, Oculus Rift's VR HMD and virtual hand technology was used to explore the potentials of VR. Empirical studies correspond to the research questions presented in Section 1.5 as illustrated in Figure 4.1 together with all research stages.

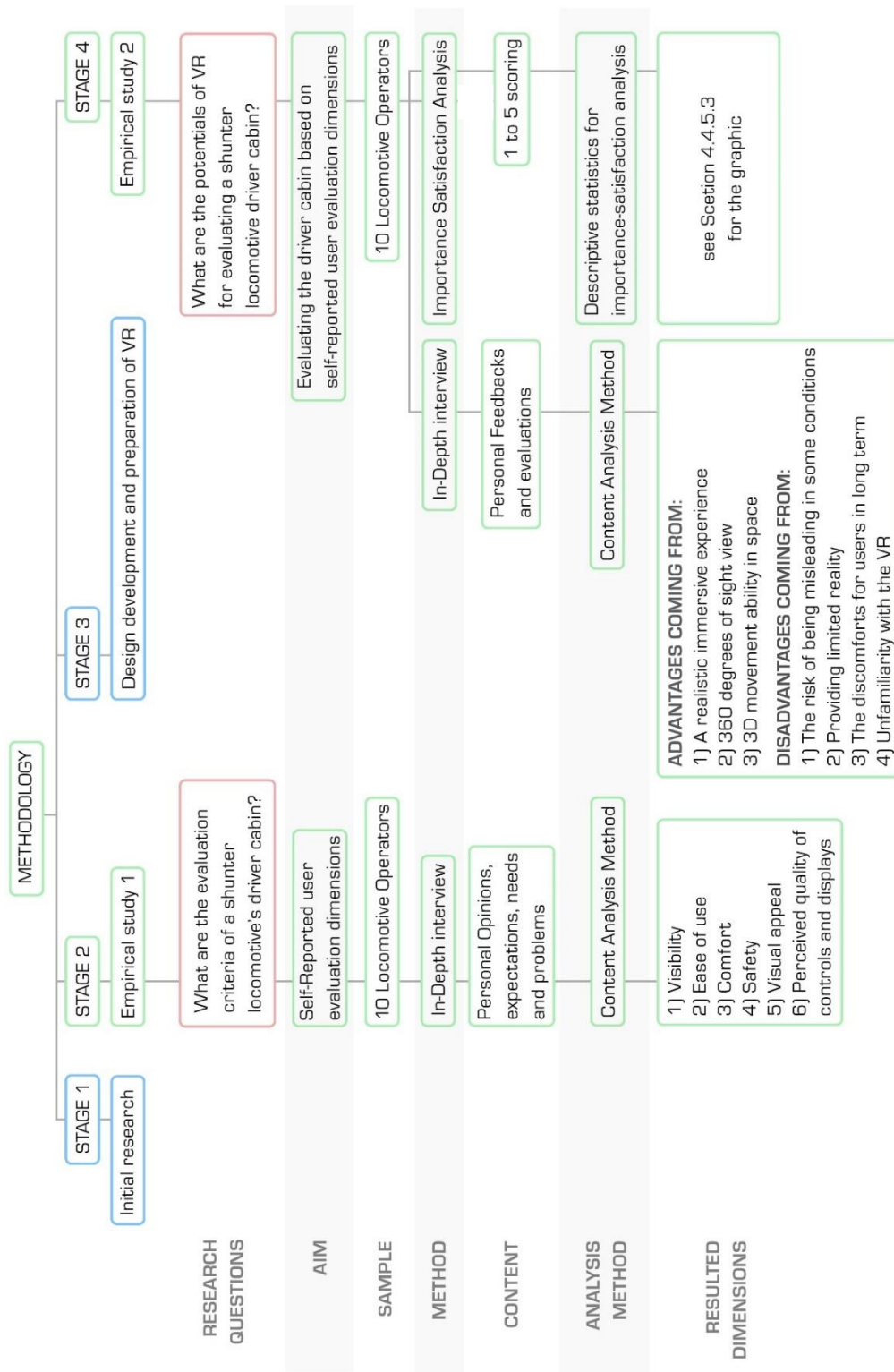


Figure 4.1 Stages of the methodology

4.1 Stage 1: Initial research

Initial explorations for locomotives were made in Ankara Behiçbey settlement's locomotive maintenance workshop which is connected to Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları Taşımacılık A.Ş. (TCDD Taşımacılık A.Ş. - Turkish republic's formal foundation of railway transportation). Both mainline (the model of E 68000) and shunter (the model of DE 11000) locomotives were examined together with locomotive operators (Figure 4.2). They were asked to explain the functions and importance of primary controls of general railway locomotives, and the main differences between mainline and shunter locomotives (see 1.1). After this study, an initial information repository has been generated for the rest of the study. The knowledge coming from this investigation shaped the questions of Stage 2 which especially aims to focus on shunter locomotives. For example, specialized usage scenarios of shunter locomotives were revealed such as the need of also looking at the back window, and moving out through the right window to see end points of the vehicle. Thus, these conditions were also questioned in detail in the Stage 2.



Figure 4.2 Initial explorations covering main locomotive controls

On the other hand, different locomotive brands' web sites, photos and catalogues were investigated. Benchmark studies were managed in the exposition of Innotrans 2016, which was established in Germany, Berlin. The newest shunter locomotive models of 2016 were observed in there to define other companies' design solutions for

locomotives. The knowledge coming from this investigation was used at Stage 3, the design generation.

4.2 Stage 2: Empirical study 1

4.2.1 Aim

This stage aims to answer the question: “What are the evaluation criteria of a shunter locomotive driver cabin?” This knowledge is necessary, because it is important to design a product according to users’ needs and expectations. Designers always have initial opinions and subjective evaluations about a project even before starting it. These opinions enable them to decide where to start their research. Information coming from the literature and benchmark studies lead to generate initial ideas to start the design process. However, sticking with initial information may cause missing significant issues which are critical for professional user groups. Therefore, it is required to gather detailed information from the actual users of a specific product. Subjective evaluations coming from the actual users, rather than the designer, can provide more beneficial inputs for the design (Pew, 1993).

As it is also explained in Section 2.3.2.1, through self-reported data enables to gather information about overall satisfaction criteria, which may include dimensions such as ease of use, clarity of terminology, success of navigation, awareness of specific features, an visual appeal (Albert & Tullis, 2016). At this stage, it is aimed to reach these self-reported dimensions by questioning evaluation criteria of a shunter locomotive in interviews with professional locomotive operators.

Defining user evaluation criteria is also important for another reason at this stage. Stage 4 examines the potentials of VR through the evaluation criteria and it is crucial to ask right questions covering right criteria to investigate on a specific type of product, a shunter locomotive. Thus, this stage’s purpose is also defining the right evaluation questions for Stage 4.

4.2.2 Sample

In order to conduct the study, it is necessary to reach shunter locomotive operators, who are educated especially for this task, in order to obtain information to specify the evaluation criteria for the shunter locomotive driver cabin. For this reason, in this study, the sample group is chosen from the professional shunter locomotive operators who work in Ankara Behiçbey locomotive maintenance workshop. There were a

limited number of shunter locomotive operators and only some of them were permitted by their administrators to join the interviews because of the busyness of the workshop. Therefore, the interviews were conducted with a limited number of participants. Thus, 10 professional shunter locomotive operators were available to contribute to the study. The sample group had 2 to 23 years of professional experience and was between 21 to 43 years-old age (Table 4.1). All operators in the sample group were asked to sign an informed consent form which is shown in APPENDIX A.

Table 4.1 Distribution of Participants 1

Participant	Age	Experience In Years	Profession
P01	40	21	Professional Locomotive Operator
P02	28	8	
P03	25	6	
P04	41	20	
P05	31	11	
P06	27	6	
P07	34	15	
P08	21	2	
P09	36	18	
P10	43	23	

4.2.3 Method

It was preferred to let the professional users talk more at Stage 1 to obtain user - centered information. Therefore, they explained the critical anecdotes regarding a shunter locomotive. In-depth interviews were used at this stage to define the user evaluation criteria of a shunter locomotive driver cabin. Accordingly, Albert and Tullis (2016) also indicate that self-reported data can be gathered efficiently through in-depth interviews.

In this step, participants are asked to answer three main questions. The original interview sheet can be seen in APPENDIX B. The first question was: “What are the significant features of a shunter locomotive cabinet and how should it be like so that we can call it as a good design?” The purpose of this question was to understand the main evaluation criteria of a shunter locomotive and identify the important values. The second question was: “If you consider a regular workday, for example yesterday’s workday, please explain the tasks you carry out step by step from you get in the vehicle until you get out” The purpose of this one was to reveal the design evaluation criteria

regarding usage steps. The third and last question was: “How many different kind of usage scenarios are there regarding shunter locomotives?” The purpose of this question was defining different actions that the operator makes while driving the locomotive. All answers were noted and recorded (with the permission of participants) for the later analysis. At the end of these interviews, it was possible to reveal locomotive operator’s personal opinions, expectations, needs and problems.

4.2.4 Analysis method

After defining the self-reported evaluation criteria, it is necessary to define how to measure the data coming from the information cloud. Because the gathered information was coming from open-ended questions, the content was very deep and disorganised. Therefore, inductive content analysis was conducted to analyse the results of the first empirical study. The aim of inductive content analysis is coding the raw data and converting them to common subcategories which can also be combined each other to create smaller number of main categories (Helgevold & Moen, 2015). To organize all the categories into a hierarchical structure, it is efficient to use a tree diagram from general to specific (Morse & Field, 1995). Thus, the recorded data from the interviews were transcribed verbatim individually for each participant. To evaluate this raw data, they were divided into chunks and coded with matching sub-criteria. Then the sub-criteria were categorised in main topics to define main factors to focus on, the main evaluation criteria.

4.2.5 Results of Stage 2: Empirical study 1

At the end of Stage 2, main factors for the evaluation of a shunter locomotive cabinet indicated by the interviewees as “visibility, ease of use, comfort, safety, visual appeal, perceived quality of controls and displays”. These main factors are also composed of a variety of criteria which are specific for the evaluation of a shunter locomotive. Main factors and criteria can be seen in Table 4.2. The chart including also the raw data can be seen in APPENDIX C.

According to participant comments, one of the most important criteria regarding shunter locomotives is clear vision of windows. The operator should be able to see the whole exterior environment including locomotive’s end points, railway signals, other carriages and people around the railway. Thus, the operator can work without causing an accident. The cabin illumination should be efficient enough in the day and night

time, and should not be reflected on surfaces because this may cause distraction for operators.

The organization of driver desk should be simple, easily understandable and learnable. All the buttons, switches and levers should be located close to the operator's reachable region. These conditions are significant in terms of ease of use.

To provide a comfortable cabin environment, seats and armrests should be ergonomically suitable for long work hours. The interior spaciousness and cleanness are the other important aspects which comforts operators. Interior cleanness is also a safety issue because the locomotive cabin is a greasy place which may cause dangerous slippery surfaces on the ground. Because they work outside, the climatic conditions also gain significance in the hot and cold weathers. On the other hand, the railway environment can be noisy. Thus, sound insulation is also a critical issue regarding acoustic comfort.

To continue with safety issues, one of the most important requirement for shunter locomotives is the uninterrupted communication with yardman who stands outside the locomotive and leads the operator to move safely in the railway environment. Sometimes the yardman stands close to the locomotive so the horn volume of the vehicle should not be too high because it could harm the yardman's ears. On the other hand, In the case of a crash, the cabin interior can be also dangerous if there are hard and sharp surfaces. To avoid such accidents, besides safe surfaces, control equipment should be reliable, durable and sensitive. Their perceived quality should give confidence to operators. Error warnings should not fail informing the operator correctly about breakdowns.

As a final aspect, general visual appeal including worn outlook, technologic look, simplicity of the design and color usage is also important for operators in terms of providing a reliable and pleased work environment.

Table 4.2 Main Factors and Criteria of a Shunter Locomotive Cabinet's Design

MAIN FACTORS	CRITERIA	 RAW DATA
Visibility	Window angles	
	Locomotive's end points	
	Railway signals, carriages, people	
	Sun & light reflection	
	Night time lighting	
Ease of use	Reachability: reachable control units	
	Understandability: simple and organized control units	
	Learnability: Compliance with the standards and usage stereotypes	
Comfort	Perceived spaciousness	
	Climatic comfort	
	Acoustic comfort	
	Seating comfort	
	Perceived cleanness of the cabin	
	Elbow comfort - armrest for the window	
Safety	Communication with yardman	
	Safety in case of a crash: hard and sharp surfaces, metallic look	
	Horn volume	
	Ease of cleaning	
	Error warnings	
Visual appeal	Worn Out look	
	Technologic look	
	Simple and organized look	
	Color selection and Clean look	
Perceived quality of controls and displays	Lever handle, switch sensitivity	
	Durability of controls	
	Perceived reliability and error-proneness	

4.3 Stage 3: Design development and preparation of VR

4.3.1 Design development

After finding out the significant evaluation criteria, the design development process started. First of all, railway standards UIC 612 and UIC 651 (UIC – International union of railways, 2018) were reviewed. In these standards, main limitations, recommendations, and obligatory conditions for a driver cabinet were defined such as specifications for window, door, seating and control desk dimensions. Figure 4.3 illustrates the studies regarding dimensioning preliminary design alternatives based on ergonomics standards.

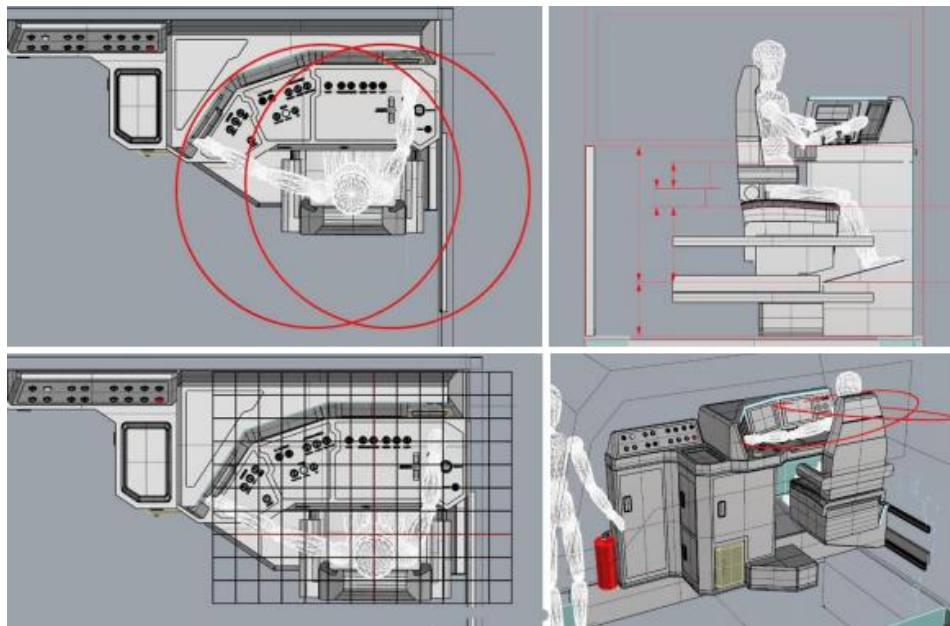


Figure 4.3 Studies regarding dimensioning preliminary design alternatives based on ergonomics standards

All these measurements correspond to important ergonomics considerations such as visibility and reachability. Main design factors and sub-criteria identified at Stage 2 were considered during the design process together with the standards. Rhinoceros 5 and Siemens NX 11 were used as the 3d CAD modelling software. During the design process, 1x1 scaled technical drawing sheets and low fidelity physical cardboard models were also used for both the whole cabinet interior and the driver desk (Figure 4.4 and Figure 4.5).



Figure 4.4 1x1 scaled technical drawing sheets for cabinet interior

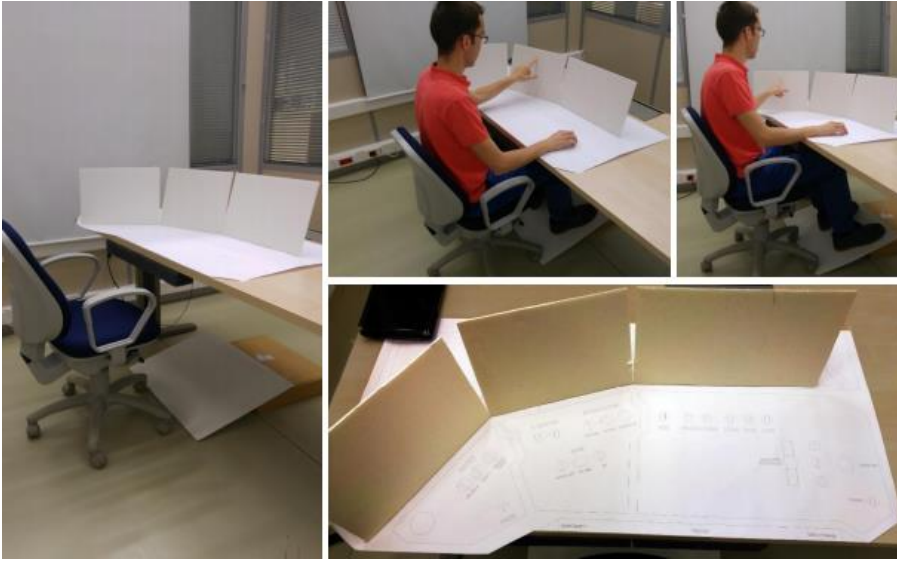


Figure 4.5 1x1 scaled technical drawing sheets and low fidelity physical cardboard models for driver desk

The prepared designs were presented to TCDD Taşımacılık A.Ş. and Tülomsaş A.Ş. companies in monthly scheduled meetings. The developments were negotiated and the design was shaped according to their feedback.

4.3.2 Preparation of VR

After the design process, the design was visualized in VR. In addition to the CAD model of the shunter locomotive, a railway hangar including railway signals and other carriages was also modelled in Rhinoceros 5 for the virtual environment. As it was explained in Section 4.3.1, Rhinoceros 5 and Siemens NX 11 were used in this study for 3D CAD modelling and Unity Game Engine was used for the preparation of VR environment. Therefore, it was time to import the CAD files into Unity. However, there is a significant point to indicate in this step, the 3D file formats of Rhinoceros and Siemens NX are not suitable to be used in Unity. Unity can read 3D formats including .fbx, .dae (Collada), .3ds, .dxf, .obj, and .skp files (Unity, 2018). Therefore, it was necessary to convert 3D files of Rhinoceros and Siemens NX into Unity compatible formats.

After importing the locomotive and railway hangar models, the virtual environment in Unity was enriched by Unity's additional special effects and features. First of all, a hilly terrain tool was located on the ground. Grasses and trees were added on it. To simulate a more living atmosphere, a wind tool which moves the grasses and trees was added to scene. A skybox tool with blue sky and clouds was imported. Then, a directional light tool was added in the sky to simulate real sun light and shadows on the surfaces. As a result, the virtual outer environment was ready, but there were no colors or material specifications on the CAD models. Thus, material tools including the features of color, texture, reflectivity and transparency were attached to the related model surfaces to increase the sense of reality more. As a result, the final vision of the whole virtual environment was created (Figure 4.6, Figure 4.7, Figure 4.8)



Figure 4.6 The virtual view of environment (1)



Figure 4.7 The virtual view of environment (2)



Figure 4.8 The virtual view of driver cabinet

Another feature that Unity provide to increase the sense of reality is bump maps. They are some kind of 3D textures which creates a relief effect on a planar surface. Therefore, the surface catches the directional light and creates its own surface shadows. This enhances the sense of depth and reality. In this study, in addition to colored materials with textures, bump maps were also used on some surfaces such as driver desk and seat fabric (Figure 4.9)



Figure 4.9 Bump mapped surface of driver desk and seat fabric

In the VR generation phase, the creation of a realistic environment was not the only purpose. The scenario of a shunter locomotive environment was also considered. In

addition to other carriages, short and long railway signals were also located near the railway. Thanks to this, the participants were not only able to observe the vehicle interior, but also, they could assess visibility of exterior elements (Figure 4.10).



Figure 4.10 The possibility of testing the exterior elements such as other carriages and railway signals.

In this study, Oculus Rift's "Oculus Rift Touch" model is preferred as a VR system because it provides an immersive virtual experience including virtual hand devices. These virtual hand devices are prepared especially for the main gestures of human hands such as grabbing, pointing, squeezing, moving the thumbs and making a fist. Thus, providing these features is another reason to choose Oculus Rift in the case of a driver desk evaluation because these features are helpful to imagine grabbing a lever, pressing a pushbutton, pulling a toggle switch or turning a rotary switch which are all different usage gestures of a locomotive's driver desk.

When the interior and exterior virtual environment were ready, the next and final step was adding the Oculus Rift compatible player tool. It is composed of two elements which are both available freely in the platform named Unity Asset Store. The first one is the OVR Player which provides the special asset and script for the integration of Oculus VR glasses into Unity platform and the second one is OVR Avatar which does the same for Oculus Rift hand devices. Thanks to this final attachments, the virtual Unity platform was ready to use.

4.4 Stage 4: Empirical study 2

4.4.1 Aim

This stage aims to make product evaluation interviews and answer the question: “What are the potentials of VR HMD and virtual hand technology as a user evaluation medium for evaluating a shunter locomotive’s driver cabin?” As it was mentioned in Section 3.2, VR is generally being used for the purpose of entertainment, however this study aims to explore its potentials in user evaluation. To investigate it, it is crucial to learn professional locomotive operator’s opinions about VR after they test it.

4.4.2 Sample

At this stage, the sample group was also professional shunter locomotive operators because evaluating such a vehicle requires technical and professional knowledge. It was again possible to interview with 10 locomotive operators who work in Ankara Behiçbey locomotive maintenance workshop just like in the Stage 2. However, not the all interviewees were the same with the previous ones because the appointments were made within working hours. The available operators were chosen by their managers to participate in the study. The sample group’s ages were changing between 25 and 53 (Table 4.3). All the sample group is asked to sign an informed consent form which is shown in APPENDIX D.

Table 4.3 Distribution of Participants 2

Participant	Age	Experience In Years	Profession
P01	48	25	Professional Locomotive Operator
P02	33	12	
P03	53	30	
P04	42	21	
P05	40	21	
P06	43	23	
P07	41	20	
P08	29	7	
P09	25	6	
P10	34	15	

4.4.3 Method

At the end of Stage 2, self-reported user evaluation criteria for shunter locomotive interior design were identified as visibility, ease of use, comfort, safety, visual appeal and perceived quality of controls and displays. At this stage, based on these criteria, professional operators were directed to evaluate the design represented in a HMD VR environment with virtual hand devices. In-depth interview questions are prepared according to the outcomes of Stage 2. However, after Stage 2, not all the sub-criteria in Table 4.2 were included in the second interview questions because some of them – which are explained below – were not so possible to test with main VR system. To make it possible to test them, although, some extra devices could be added to the main VR system, this is not the research purpose of this study. This study aims to evaluate the criteria which are included in the capability of main Oculus Rift VR setup. To explain why some criteria cannot be evaluated in VR, it is possible to indicate some examples. For instance, sun & light reflection and night time lighting are not so reliable to test in VR system, because light and reflection values of some virtual elements are setting up in Unity during the generation of virtual environment to imitate the closest experience to real. However, the light values are not based on lumen measures or reflective surfaces are not calculated according to a mathematical index. They are just set up in the software according to eyeball estimates to catch a good look. The same is valid also for the criteria of acoustic comfort, horn volume and other audial warning errors. Although VR setups have their own stereo headphones, it is unreliable to test sound volumes in VR because they are not set up according to a specific decibel value. Moreover, the level of headphone volume can be decreased or increased manually in the computer settings. On the other hand, different sound types can be evaluated in headphones or also in normal speakers but in this study the feedback were mostly related to the disturbingly high sound levels. Therefore, it is not appropriate to put such criteria in the interview questions because the evaluation would not be reliable.

Climatic comfort, seating comfort, armrest comfort and lever-handle-switch sensitivity are also not possible to be evaluated in VR setup that this study use because there is no such haptic and force feedback applications in Oculus Rift to imitate tactual feelings such as climate change or softness of a seat. Oculus Rift, does not provide such kind of haptic experiences. Therefore, it does not make any sense to ask participants to evaluate these criteria.

To sum up, the above-mentioned criteria were not suitable to be evaluated through the VR system this study uses. Table 4.4 indicates the suitable and unsuitable evaluation criteria in italic and regular texts. Regular texts stand for suitable and italic texts stands for unsuitable ones to evaluate in Oculus Rift VR system.

Table 4.4 Criteria which are Suitable (bold) or not (italic) to Evaluate with VR

MAIN FACTORS	CRITERIA	 RAW DATA
Visibility	Window angles	
	Locomotive's end points	
	Signals, carriages, people	
	<i>Sun & light reflection</i>	
	<i>Night time lighting</i>	
Ease of use	Reachability: reachable control units	
	Understandability: simple and organized control units	
	Learnability: Compliance with the standards and usage stereotypes	
Comfort	Perceived spaciousness	
	<i>Climatic comfort</i>	
	<i>Acoustic comfort</i>	
	<i>Seating comfort</i>	
	Perceived cleanness of the cabin	
	<i>Elbow comfort - armrest for the window</i>	
Safety	Communication with yardman	
	Safety in case of a crash: hard and sharp surfaces, metallic look	
	<i>Horn volume</i>	
	Ease of cleaning	
	<i>Error warnings</i>	
Visual Appeal	<i>Worn Out look</i>	
	Technologic look	
	Simple and organized look	
	Color selection and Clean look	
Perceived quality of controls and displays	<i>Lever handle, switch sensitivity</i>	
	Durability of controls	
	Perceived reliability and error-proneness	

At this stage, in addition to product evaluation interviews, in-depth interviews were carried out again to learn participants' impressions about the design and VR system over the previously identified evaluation dimensions. Participants were asked to answer questions regarding those evaluation dimensions and also rate the importance level of that evaluation criteria and the efficiency of VR. They were asked to rate design and VR representation on a scale from 1 to 5 based on their satisfaction level. It was used in addition to subjective interviews to elicit qualitative data together with quantitative evaluations. As a result of quantitative evaluations, it was also aimed to generate an importance-satisfaction chart to create a matrix providing a quick comparison of all variables and showing which aspects are efficient, which are not, what are the priorities and what is needed to be done (Tonge & Moore, 2007). See Section 4.4.5.3 for more information about importance – satisfaction analysis.

To sum up, at this stage, participants were asked to answer questions related to evaluation dimensions and rate their impressions. The original interview sheet can be seen in APPENDIX E. All the answers were noted and recorded (with the permission of participants) for later analysis. Their movements and attitudes were also observed while they were using the VR system.

4.4.4 Analysis method

The same content analysis approach adopted in the analysis of the first interview was used to group the data from general to specific. The recorded data were transcribed and coded according to common topics. In addition to this, also an importance - satisfaction analysis was conducted based on numerical data. As a result of this analysis, the importance – satisfaction chart is generated. This is explained in detail in Section 4.4.5.3.

4.4.5 Results of Stage 4: Empirical study 2

During the study, participants gave valuable feedback concerning what they like and dislike about the VR system while they were evaluating the shunter locomotive. They verbally and bodily indicated the benefits and difficulties of VR as a user evaluation medium. At the end, it was revealed that there were some advantageous and disadvantageous conditions of VR system in user evaluation process. Therefore, the potentials of VR system were investigated under these two main topics: “(1) advantages and (2) disadvantages of VR system in user evaluation process.” These two

topics also composed of sub-topics indicated in the Table 4.5. The detailed graphic can be seen in APPENDIX H and more detailed chart including the raw data can be seen in APPENDIX F.

Table 4.5 Potentials of VR in User Evaluation of a Driver Cabin

Potentials of VR In User Evaluation	
ADVANTAGES	a realistic immersive experience
	360 degrees of sight view
	3D movement ability in space
DISADVANTAGES	the risk of being misleading in some conditions
	providing limited reality
	discomfort for users in long term
	unfamiliarity with the VR system

4.4.5.1 Advantages of VR system in user evaluation process

The advantages which are beneficial for the user evaluation process were gathered in three main topics: (1) a realistic immersive experience, (2) 360 degrees of sight view and (3) 3D movement ability in space.

4.4.5.1.1 A realistic immersive experience

In the literature review, providing a realistic immersive experience is indicated as one of the main features of VR systems. During the empirical study, this statement was also supported with participant's comments. Moreover, they indicated the reasons why

VR system provides a realistic immersive experience and in which dimensions this statement is beneficial for the user evaluation process of a driver workplace.

First of all, some participants (P02, P05, P08, P09) expressed that, in addition to the vehicle itself, seeing the outer work environment surrounding them also increased the reality level of VR and created a more immersive experience. They indicated that it was helpful for imagining and feeling like being in a real work environment thanks to the outer world factors such as a terrain, rails, other carriages, trees, the wind moving the trees and the sky. P09 indicated that “Glasses are very good, I mean, trees, clouds and all the other stuff make the environment look realistic.”¹ P05 also expressed the sensation of immersive reality as the following: “The experience of virtual environment is very good. Everything is located around us. It is like I am exactly in that environment, it is a real work environment just like ours.”² To compare VR with other mediums such as physical models, it is not possible to provide this same experience with physical models efficiently, especially for such large scaled models. To do this, the whole interior and exterior environment must be physically prepared in a large area or the whole locomotive model must be prepared in 1x1 scaled model and positioned on real rails. However, this struggle is not logical in terms of wasted time and money, and portability issues. A similar experience of a real outer world can be imitated in a simulation room with LCD monitors located in front of each windows but it is still not the same experience because the vision on the screens would be stationary. When the operator changes position in the driver cabin, the vision on the screens are still the same. The vision does not change according to the user’s point of view and perspective. However, in VR HMD system the user can see other invisible outer points when he changes the position of his head because the tracking system updates and flips the outer vision according to user’s perspective. Moreover, in VR HMD system, the user can physically move out through the windows and look around. This is an important advantage because in the case of a shunter locomotive, users often do this to gain a wider range of sight (check Figure 4.144(a) to see a user moving out through the window).

¹ Numbered statements are translated quotations from interviewees. Original Turkish versions are in APPENDIX G

Another feature of VR system which provides a realistic experience is the experimenter's ability of perceiving and guessing the real dimensions regarding wideness, narrowness and spaciousness. This insight was observed by the researcher based on many participants' comments regarding perceived comfort related to feeling of interior spaciousness. The participants could make individual comments about the free cabin space, the knee space under the desk and the ease of passing through between two walls. Some of them (P02, P04, P08, P10) expressed that they could perceive the distances and dimensions between interior surfaces realistically so they were able to comment. However, some of them (P01, P05, P07, P09) declared that they have a spatial perception to make comments but they are not sure if what they perceive is exactly the same with what would be in the real one. Thus, they asked questions to the researcher about interior dimensions to be sure. They were not responded at first and wanted to make a guess. Some participants made estimations by measuring the distance with their virtual hands and some of them just answered according to their visual perception. According to predictions, it was detected that participants were able to guess the real or close values of dimensions. For example, P07 asked the distance between the front and back windows. He expressed that he perceives it some value around 2 meters and the real value was 1.9 meters. As another example for the prediction of distances, participant number 2 asked the distance between two control levers, for not the evaluation of spaciousness but for the test of reachability. His prediction was something around 50 - 60 centimetres and the real value was 58 centimetres. On the other hand, P08 made a comment concerning the dimension of ease of use. He said that he senses that the control elements are suitable with the standards in terms of shapes and dimensions. Thus, it is possible to say that participants were able to perceive the dimensions of virtual environment close to real. Although, these results are not quite enough to precisely deduce about virtual dimensions, they give clues about virtual dimensions' closeness to reality. To be precisely sure, it is needed to make comparisons between virtual and real worlds. Nonetheless, participants' declarations can be indicated as another input of VR's providing a realistic experience. On the other hand, having doubts about what they perceive virtually can be a disadvantage because this condition can be misleading in a few cases. These cases are discussed in more detail in the Section 4.4.5.2.

According to all participants, another feature of VR system which provides a realistic immersive experience is the user's ability of seeing around from the real eye perspective. All the participants were able to make comments easily about the visibility of windows, locomotive's end points and outer elements such as the railways, railway signals and other carriages. They also indicated that VR system was efficient enough to test the visibility thanks to the realistic perspective sight. For example, P10 declared that the new vehicle's sight angles and the old one's which they are currently using are approximately the same and he continues as there is no such a difference between looking through the VR glasses, and sitting and looking in the real locomotive. The sense of real eye perspective also makes it possible for the participant to perceive the realistic depth of field and detect the objects preventing sight. For instance, P08 told that "The engine exhaust is reducing the free sight area in the front, but actually it was located closer to the window in the old vehicle so it was blocking more field of view in the old one." ³

Therefore, it was observed that participants were also able to determine the objects preventing sight in the real sensation of perspective look and give some valuable design feedback for the designers. Figure 4.11(a) shows a participant's vision of front window.



Figure 4.11(a) The possibility of testing the exterior elements such as other carriages and railway signals, (b) A participant seeing the location of his own hands in the virtual environment by pointing a finger to push a toggle switch.

All participants affirm that they were able to define the reachable areas including buttons, switches, levers and screens. Thanks to virtual hands, participants could see the location of their own hands in the virtual environment. Moreover, they were able to test if they could reach a spot with the necessary hand gesture such as pointing a finger to push a toggle switch (Figure 4.11 (b)) or making a fist to grab a lever (Figure 4.12(a)).



Figure 4.12(a) A participant seeing the location of his own hands in the virtual environment by making a fist to grab a lever, (b) A participant asking questions by expressing himself by using his virtual hands

For example, P05 expressed that he could reach any control without bending his back, twisting his wrist and losing his sight of view. P10 stated that he can reach the front controls easily but the buttons located on the back wall are a little far away. On the other hand, P04 pointed out a different condition. He said that he could reach any place with his hands, but he cannot test if he can reach the deadman pedal (the foot pedal located on the foot step which the operator is obligated to step on to inform that he is still alive and able to operate the locomotive) with his feet. Actually, this is normal because there is no such a foot device to see the location of user's feet in the virtual world. The user can only try to guess the reachable feet distance with his perspective sight but cannot test if he can really reach or not with his feet because he cannot see his them in the virtual environment. Therefore, it is a significant point to remark that it is possible to test only the reachability of hands in a reliable way with Oculus Rift VR system.

Another point to highlight is almost all the participants made comparisons while they express themselves mostly in terms of visibility, reachability and interior spaciousness. They compared the new design with the old ones that they experienced before. This is another clue showing the sense of reality of VR in terms of 3 dimensional perceptions. Almost all the participants expressed sentences such as “visibility is almost the same with previous one”, “the reachability is better in this one” or “the interior free space is narrower in this one than the other one”

In addition to dimensions related to functions such as visibility and ease of use all the participants were also able to make evaluations about visual appeal. P06 indicated the importance of visual appeal as the following:

It is important for an operator to like what he sees in the cabin because this is the motivation which makes him willing to work. If I do not like what I see, how can I stay in there for the whole day?⁴

He and almost all the other participants also stated that they liked the shapes and color usage in the cabin, especially the harmony of turquoise line on the desk and the vehicle’s exterior color. Participants were also asked how realistically and effectively they can perceive the colors. P05’s response was “If I am using the word of ‘turquoise’ instead of just ‘blue’ this means it is effective enough because I am able to even specify the color tones.”⁵

In terms of having a realistic experience concerning visual appeal, some participants mentioned about the ability of guessing the objects’ material. For instance, P04 declared that he can see that the interior wall’s material is not metal which could be dangerous. He guessed that it was a hard-durable plastic. Because the real material is FRP (fiber reinforced plastic), it is possible to say that the prediction was close to real. Moreover, he said that he liked the driver desk’s material because it is dark and opaque, it does not reflect the sun and light. These comments lead him to evaluate the surfaces in terms of the dimensions of safety and visual appeal. On the other hand, P05 told that the ground material resembles to a soft material that he has in his home. Because the ground material is linoleum in real, this prediction was also close to what it is in real. P10 expressed that he found the seat comfortable because its material is fabric but not leather which has a potential to sweat the body in hot weathers. Thus, it is possible to say that, predicting the materials is also valuable for users to make comments about their perceived comfort.

Because VR provides a realistic immersive experience, it is also a good communication tool between the user and the researcher. The designer can provide a detailed vision of his design with the colors, textures and all the other realistic elements which indicates how a finished product would be like. The user can observe it in detail and ask any question through it by expressing himself with the virtual hands. This condition was observed in almost all users during the study. For example, P10 was one of them who frequently questions the design during the evaluation session. He carefully observed the elements of the design but could not understand some new features of controls. They were explained to him by showing and defining the objects surrounding him. When it is necessary, the researcher was able to move, turn or change any object in VR in real-time to explain a usage scenario about the design while the participant is watching. On the other hand, the participant was able to show what he is asking about by pointing his virtual fingers (Figure 4.12 (b)) to a design element or grabbing and switching it. This freedom of motion is also an advantage of VR's 3D movement ability in space which will be also discussed in Section 4.4.5.1.3.

Therefore, the VR platform was also used as an interactive communication device between the user and the researcher. As a result, the user was able to understand by following the researcher's instructions just like he was really in a real driver cabin. In other words, he was able to learn what confuses him by experiencing just like he was in a real cabin.

Lastly, some participants highlighted the effectiveness of immersive VR experience, it is VR's having a potential for educational purposes. P08 stated that he would prefer VR system for educations and examinations they have instead of the simulation that they currently use because, VR could feel a more realistic sensation of vehicle's moving on the rails. On the other hand, P10 also declared that VR was very helpful for understanding what he does not know.

4.4.5.1.2 360 degrees of sight view

One of the most distinguishing characteristic of VR HMD system is providing a 360 degrees of sight view compared to other presentation mediums such as rendered images or videos on regular displays. Left to right and up to down all the surrounding environment is included in VR HMD visions. This is another reason why VR HMD creates a fully immersive effect.

Providing 360 degrees of sight view was seen to bring other advantages in the case of user researches. First of all, it provides a better presentation medium for a designer as it delivers a wider design field to the evaluator. P05 states that “Through VR, I can see what I am looking for when I turn my head to any direction, just like in the reality. It was not so clear in the photos which were shown before”⁶. Thus, VR has a significant advantage compared to other tools. To illustrate, designers usually use rendered images to present their works and ideas. However, because picture frames have limited sizes, they capture the design frames one by one in a couple of different angles. This prevents the evaluator’s flexibility observing the data. This can also cause the lack of data transformation during the presentation because the number of rendered images will be limited and the visions will be stationary. To overcome this deficiency, a video can be shot to present the product but it is still not as flexible as VR for an evaluator because in VR, the evaluator can lead the real-time camera to any direction and in any duration he wants. Therefore, he can observe any design detail as long as he wants, in any camera angle. The actions of participants were also giving clues about this. Figure 4.15 (b) shows a participant who observes specific design details on driver desk. As another example, P02 realized other buttons behind him only when he turns and looks back. He asked the functions of them and listened the explanations while observing that part closely, then he told that he like the positions of them. Thus, it is possible to say that participants can focus on a specific part, ask questions about it and make more efficient evaluations.

Another advantage comes with the 360 degrees of sight field was revealed as the ability of testing if an object is in or out of the active sight view (A person’s active sight field is the area in front of his eyes that he can focus on or perceive the details without moving his eyes or head. Although human eyes can approximately catch the vision of 180 degrees, in a narrower area they can perceive the images in detail (Figure 4.13)).

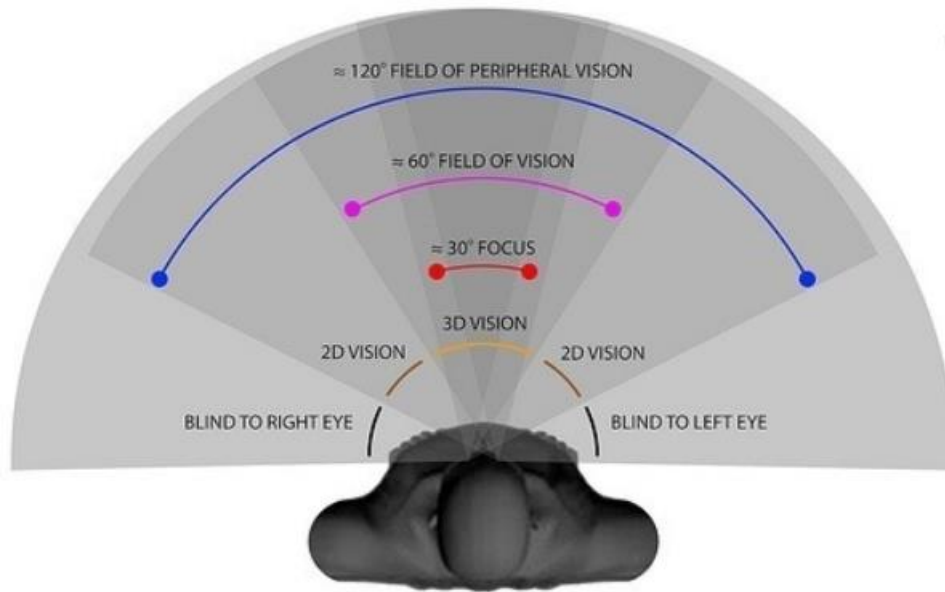


Figure 4.13 Active sight view [Digital image 10]

This insight was observed based on visibility comments of many participants (such as P02, P03, P04, P08, P10). They all stated that the camera screen was located at too far on the left and they said they wish to see it without turning their head. Figure 4.12 (b) illustrates this condition. This is a unique advantage of VR HMD system among other presentation mediums because it is not so possible to notice such a design deficiency in a rendered image. In a 2D picture, all the design elements can be shown as a whole but because a person observes the image in his binocular sight field, it can be difficult to detect if an object is out of the active sight field. Whereas in VR HMD system, it was noticed by half of the participants.

360 degrees of sight also brings the ability of living the moment from a user's viewpoint for the observer. In other words, it is possible for a researcher to follow the acts and the points that users look at, by observing their head movements and the vision on the screen. To illustrate this, P09 was continuously looking the place where the radio microphone is located, and right of the driver desk where the window is located. He approached to the microphone and looked right again. He was trying to move the microphone towards to the window. Because of his suspicious acts, he was asked if there is a problem. Then he indicated that he does not like the location of microphone because when he approaches to the window to see the yardman, he gets away from the microphone. Also when he tries to move it, it does not reach to the desired area which

is close to the window. Thus, he said that he prefers to change the position of microphone at the end. On the other hand, P08 was moving his right hand to his mouth, to the window, and then to the driver desk. He was also asked to explain what he is doing. He indicated that he is checking the desk and window positions while he is smoking and trying to decide where to locate an ashtray. Therefore, these examples enable the researcher to observe a user's attitude while he is trying to reach, use or see a design element or what and how he is looking for a missing need. Thus, it is sort of the ability of thinking like a user, observing him and questioning which is very helpful for a researcher in a research phase.

4.4.5.1.3 3D movement ability in space

During the user evaluation sessions, participants were able to move in a space of 2 to 3 square meter. Therefore, they were able to sit, stand up, walk and get closer to any detail they want in the cabin. It was observed that, this motion flexibility was frequently used by participants for different purposes during the sessions.

First of all, it was observed that almost all the participants used VR's movement ability for the aim of giving feedback concerning visibility. They made comments about how to enhance the visibility in the driver cabin. Reporting the best sight point in 3D space was possible for the participants by moving their body and head positions. For example, P01 complained about shunter locomotives' engine compartment sizes. He explained that because the compartments occupy too much space, the front and back visions are restricted and sometimes the only way to see the edges of the vehicle is moving out of the window. Because this is a common usage scenario, it was also performed by other participants. Figure 4.14(a) shows a participant moving his head out of the window.

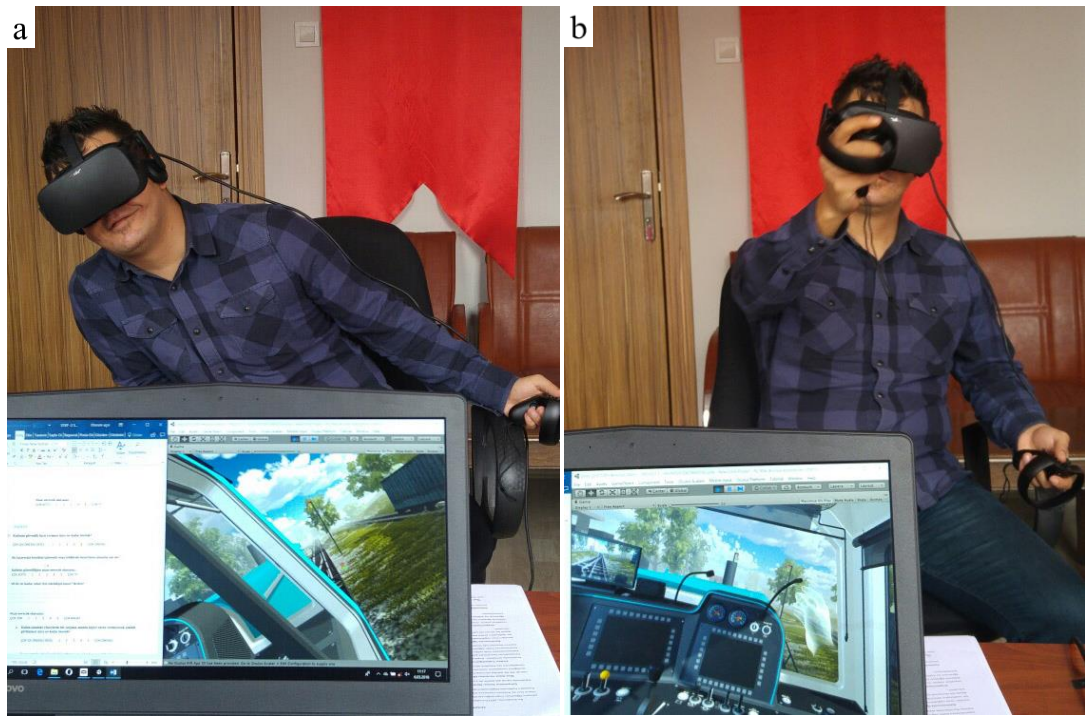


Figure 4.14(a) A participant moving his head out of the window, (b) A participant showing the potential danger of microphone's position

As another example, P06 indicated that he found the engine compartments higher than the previous one (this was a true detection). He slightly stood up and declared that if the seat position was at that height, it would be better to gain a wider sight of front rails. On the other hand, P08 also gave feedback about a problem concerning ergonomics while he is testing the same visibility issue. He pointed out the same problem of compartment height. To overcome it, he indicated that he had to lean on right to see the rails, however it could be harmful in long term to hold his back for a long time. Thus, he offered to move the position of the seat to the right a little. To conclude, VR's movement ability enables to take advantage of making subjective evaluations concerning visibility. It is possible to say that VR has an additional benefit about this condition compared to ergonomics software because in ergonomics software, it is only possible to make evaluations on the measurements based on available anthropometrics database. This is done through detecting if the human model in the computer is able to see some spot or not. However, in VR, it is also possible to obtain subjective evaluations and opinions of a real user.

Another advantage of 3D movement ability of VR was revealed as foreseeing the potential dangers in the moment of an accident. This potential of VR concerning safety

issues was indicated by many participant (P05, P06, P07, P08, P09, P10). They stated that the radio microphone was located in a dangerous position which is too close to the eye level. By moving their head to the front, they indicated that it can hurt their eye, just like they were in an accident moment (Figure 4.14 (b)). On the other hand, P08 and P10 found the right window too close to the head. They indicated that a sudden acceleration to the right could result with crashing head to the window frame.

Because the 3D moving space in VR world was about 2 to 3 square meter, participants were not only able to move while sitting but also stand up and walk in the driver cabin. Therefore, many participants (P01, P03, P04, P05, P08, P09) used this opportunity to test the free movement area concerning spaciousness. P02 stated that he usually stands up and makes some stretching exercises in the driver cabin because of long operating hours. He expressed the importance of having free space for himself to do these exercises and he stood up to test if he crashes any spot in the vehicle while he is doing his acts. On the other hand, almost all participants stood up and walked in the cabin to test the free space and the ease of passing through narrow corridors. Moreover, some participants also used the movement ability of their virtual hands to predict the distance between two surfaces (Figure 4.15(a)).

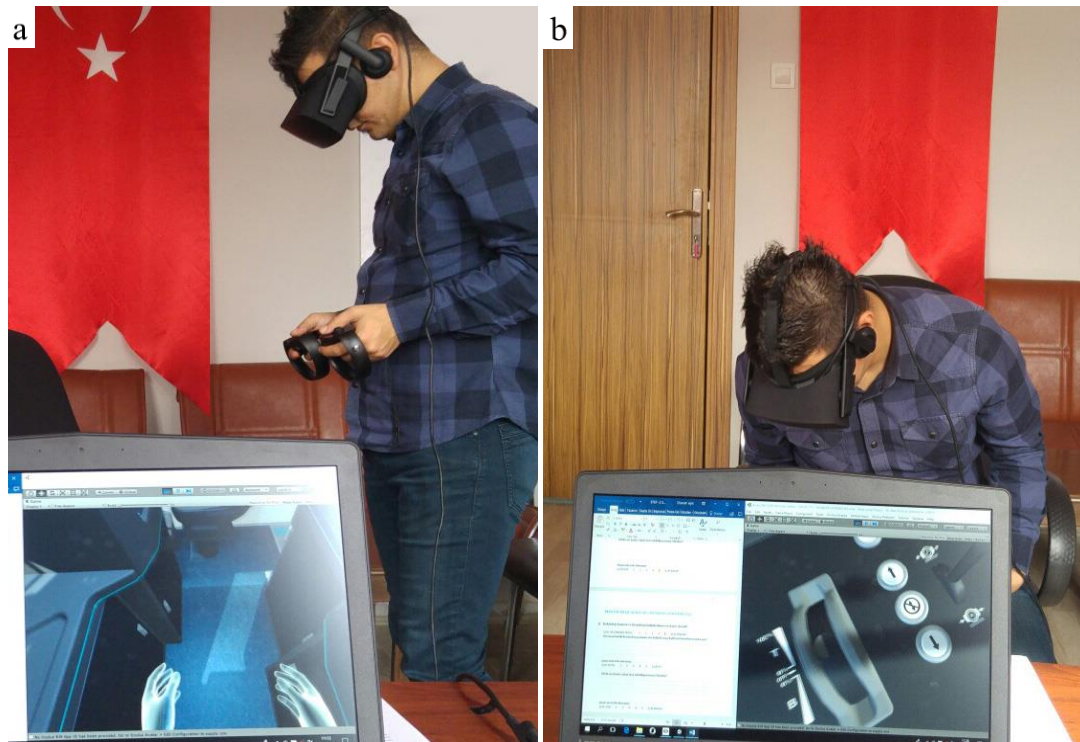


Figure 4.15(a) A participant testing the ease of passing through the narrow corridor by also using his virtual hands, (b) A participant bending over to see labelling details.

As seen, the participants were able to observe around by sitting or standing according to the detail they focus on. For example, some participants stood up and walked to test the ease of passing through and sat down again to test the reachability during driving. Moreover, the participants were able to test the reachability in different body positions such as when their head and one arm is out of the window or sitting in different positions like sitting straight or spreading. P08 made this comment and pointed out this advantage of VR's movement flexibility. Some other participants (P01, P03, P06, P09) did not verbally indicate but they were also trying to reach the elements while they are leaning on the window, standing near the driver seat, etc.

Participants were moving in the virtual world continuously during the evaluation sessions. When some of them focusing on macro details such as sitting, standing and walking, some of them focused on also micro details. They bend down and came closer to details such as icons, labelling or the texture of surfaces. Figure 4.15(b) shows how a participant bends over to see labelling details.

As a result, it was observed that participants were also using their movement ability for observing the design in different angles and distances they want. This also makes VR a good design presentation medium because it fulfils the lack of rendered images and videos mentioned in Section 4.4.5.1.2. In VR, the user chooses the angle and distance to observe the design in real-time. The ability of observing the design in any angle also resulted with an unexpected situation. When participant P06 got out the window and look around, he could realise also an exterior design detail and made comments about it which he is not expected to detect and evaluate. On the other hand, P09 moved his head through the wall in the corner, and looked the metal frame inside the walls to check strength of the locomotive structure. It was also an unexpected observation tactic which makes it possible to observe also inside the walls. P09 expressed his pleasure regarding VR's this feature as following: "Being able to see behind the walls is very good, just like a ghost."⁷

Finally, the last observed advantage of VR's 3D movement ability in space was users' expressing themselves by showing the content they talk about with their virtual hands. This condition was observed to be helpful for the researcher in terms of ease of communication with the participant. Thanks to this situation, participants were able to express themselves easily, and the researcher was able to follow them. Figure 4.12(b) illustrates this situation.

To sum up, advantageous potentials of VR in user evaluations of a driver cabin can be gathered under three main topics: (1) a realistic immersive experience, (2) 360 degrees of sight view, (3) 3D movement ability in space.

4.4.5.2 Disadvantages of VR system in user evaluation process

Despite the advantages of VR system in user evaluation process, some disadvantages were also observed during the study. They were listed in four main topics: (1) the risk of being misleading in some conditions, (2) providing limited reality, (3) discomfort for users in long term and (4) unfamiliarity with the VR system.

4.4.5.2.1 The risk of being misleading in some conditions

It was observed that there can be a risk of VR's being misleading for some participants or conditions. Three main condition was observed during the studies to come up with this insight.

First of all, as it was mentioned also in Section 4.4.5.1.1, some participants (P01, P05, P07, P09) had doubts about what they perceive in general, especially regarding dimensions. For example, P05 answered questions by saying frequently “I am answering but if what I see here will be the same with the real product. Maybe the real one would be a little different than this one, maybe I should answer it according to that one.”⁸ On the other hand, P01 said “I feel like VR can be a little misleading because I know the fact that it is not real, it is just virtual”⁹. As a final quotation, P09 said that “I perceive that the cabin is a little narrow, but maybe it is because of the VR glasses, maybe it is not so narrow in real.”¹⁰ Thus, somewhere in some participant’s mind, there was always the question of “Can I trust what I see in virtual?” Therefore, sometimes they were trying to answer the questions without not being totally sure, or not being totally convinced. As a result, this condition caused a second need. Some participants (P01, P02, P07, P09) stated that they also need to experience the real vehicle to be sure and answer to some questions related to interior spaciousness and perceived quality. For perceived quality, it makes more sense because, participants were not satisfied with just seeing the images but they also needed to touch the controls to make comments about perceived quality. However, while spaciousness could be test with VR for some participants, for some others (P01, P07, P09) it was inefficient and they wanted to experience also the real vehicle to surely answer it. The third reason why VR can be misleading in some conditions is participants’ perceiving everything clean, shiny, durable and reliable. Because the virtual environment consists of perfectly modelled, colored and rendered components without a single dust on them. Thus, all the models in VR always look clean, colorful and attractive. Half of the participants indicated this condition. For instance, P01 said that:

The vehicle looks new and clean now, but it will not stay like this. Once operators start to use it, it will be in dust, dirt and grease. The white walls will turn into grey and shiny ground will be under mud.¹¹

On the other hand, P02 said that:

It is hard to evaluate the quality of controls and displays without touching. Here apparently, if just to talk according to what I see, they are fine, rugged and durable but if I could touch, my feedback could change so I do not want to mislead you.¹²

As a result, VR can be misleading in some conditions. If the virtual data cannot deliver an information realistic enough, it can mislead the participant. If a participant cannot

obtain the data related to the design correctly, he can mislead the research. Thus, it is important to be aware of the capabilities and limitations of VR and define the research purpose according to them.

4.4.5.2.2 Providing limited reality

Although VR is a realistic and immersive experience, it is still something virtual. It is an imitation of reality so it has limitations compared to it.

First of all, VR is an application mainly focusing on the sense of eyesight among the five senses. Oculus Rift also provides virtual hands to enhance the perception of immersion but it does not provide anything about touching sense except for some basic haptic vibrations. This limitation of VR also revealed as a deficiency during the evaluation of perceived qualities. Almost all the participants indicated that they need to touch and feel the sensation of the controls and displays to evaluate perceived quality. For example, P01 stated that it was nice to see the design visually but in some conditions, it is not enough to just see, it is necessary to touch to perceive some properties such as the quality of materials. P02 also declared that all the controls seem good in vision but to be sure, it is required to perceive by touching. On the other hand, P09 told that:

The only deficiency of VR is the sense of touching as I see, but at this stage I think it is okay because, it is nice to see a new vehicle before it really comes in front of us, in terms of imagining what we will encounter with. Even I cannot touch it, VR answers the purpose of this stage in general.¹³

Thus, it is possible to say that the lack of touching sense mostly prevents evaluating perceived qualities. Thus, VR may not be a good medium to evaluate perceived qualities surely. However, in the case of other evaluation criteria, it was not declared as a drawback at all except for some dimensions of ease of use. P02, P06 and P07 also mentioned the lack of touching sense for the evaluation of ease of use. Participants talked about the need of testing the ease of use by really interacting with the control elements. To do this, they had to be able to touch the controls. For example, P06 indicated that the emergency button is well-located but he cannot understand if he has to hit the button powerfully or press it slightly to activate it. Because the emergency buttons should not be activated accidentally, they should not be able to pressed easily with little amount of forces. On the other hand, it should not require too much force to be activated for the emergency situations. Thus, there must be a value of sensitiveness

between two measures. P06's point is related to this situation. As another example, P07 indicated the need of interaction with master controller and break lever. He stated that because there is no interaction with force feedback in VR, he cannot understand the sensitiveness of control levers. He said that he should touch the controls and see how much power he had to apply to obtain his desired impact on the vehicle's movement. The next limitation related to this condition was the need of starting the engine and operating the vehicle for some participants (P01, P02, P06, P07). It is technically possible by writing some scripts in Unity to imitate and simulate the desired scenario but it still does not make much sense because it is not so possible to test the sensitiveness of the levers or the breaking time in a realistic way without making serious calculations. On the other hand, it was not included in this thesis' purposes. This thesis focuses on observing and evaluating according to perception, not simulation. The other one can be the subject of a whole new study. On the other hand, some participants (P01, P04, P05, P09) stated that it is not possible to evaluate perceived quality quickly even if they could touch the controls, start the engine and interact with the controls because the need of testing in time by really using the vehicle. For example, P04 declared that he cannot make any comments about perceived quality including durability and reliability of controls without experiencing the real one in time, because he believes that even a control element seems durable and good enough, it can be broken after a short while. Thus, he believes that only time can show and convince him if something's quality is good enough. This scenario is also not so possible to experience in VR.

Another limitation of VR is the need of testing with sounds such as the sound of engine, radio and environmental noises. In terms of the evaluation criteria of comfort regarding sound isolation, P02, P03 and P04 indicated the problem of too loud work environment. Thus, they asked if it was possible to test the level of noises. It is technically possible to imitate and simulate the desired audible scenario in Unity but it does not make much sense because the level of digital sound can always be manipulated by the sound level switch of the computer or the device. Maybe some calculations with the decibel measurements can simulate an experience close to real but this was not one of aims of this study. On the other hand, thanks to the 3D stereo sound system of VR Head set, the direction where the sound source is located can be

tested but there was not also such an evaluation scenario in this study. This can be also the subject of another study.

To continue with the next limitation of VR glasses, there are also some problems about vision quality. Even VR HMD sets focus on the sense of eyesight, they are still not real eyes, but just screens imitating real visions. The first deficiency related to visionary issues is insufficient glass resolution for far and little details such as labelling and writings. The half of the participants indicated that they had to bend over to the desk and get closer to the writings to be able to read. This limitation was preventing the evaluation of ease of use in terms of readability of control's labelling and writings. For example, P03 indicated that he could read the writings in real life without getting closer, but in VR he cannot perceive the same sized images because of the resolution problems. Another reason for distorted vision is fuzzy or slightly vibrating image of VR screens. This condition was indicated by a few participants (P04, P05, P06, P08). According to the insights observed during the study it can be derived from having a heavy and detailed 3D CAD model. In the case of this study, this was expected to be the main reason because all the CAD models, including the exterior and interior of the locomotive, were based from the mechanical manufacturing models which are prepared for the project of the company. Actually, using such models is not preferable for game engines such as Unity but the main idea to use them was testing the company's design in the shortest time management possible and modelling a new Unity compatible model was not so efficient regarding time considerations in this project. Although the company's solid models were converted into polygons by downsizing and removing the unnecessary details which slow down the computer's processor, apparently the result was not satisfying enough for some participants. As a result, undesirable slightly vibrations were detected in the vision of VR environment. Therefore, in the future studies, if the time table permits, it is favourable to keep in mind to prepare a Unity compatible light model with fewer polygons as much as possible especially if the manufacturing model is too extensive and heavy, just like a locomotive.

As the final visual limitation of VR glasses, P03 and P07 detected that VR glasses have a narrower sight view compared to real eyes. Participants stated that it was not possible to look sideways in VR with just moving the eyes because the glasses' side walls limit

the vision. Therefore, they stated that this condition was a deficiency compared to real eyes.

To sum up, VR can lead some disadvantages in terms of providing a limited reality concerning the sense of touching and sight.

4.4.5.2.3 Discomfort for users in long term

During the evaluation process, some participants indicated discomfort they experience during prolonged use. First of all, P03, P04 and P05 stated the headset's problem of sweating the face. Because their faces were closed about 45 minutes with the VR glasses, upper part of their faces was isolated from the air for a while and this condition caused sweating. Moreover, P03 and P04 also indicated the problem of evaporation on the screens of VR glasses which causes an undesirable fogged vision. It was observed that participants with thick clothes suffered from this kind of uncomfortable situations. Thus, it is beneficial to keep in mind to manage the VR studies in a cool room with comfortable thin clothes. On the other hand, P06 mentioned an uncomfortable situation which is psychologically feeling pressure on eyes and face according to his expression. Even so, he was comfortable enough to continue to the evaluation study so it did not cause a significant problem at all. As another discomfort, P01, P05 and P10 declared the problem of eye tiring vision of glasses in long term. P10 wanted to give a 10 minute-break after using VR glasses for 30 minutes. At the end of the session, he also expressed that he suffered from a dizziness caused by glasses. He described this discomfort as “Just like using prescription glasses for the first time”¹⁴.

As a result, although VR is defined as a joyful new experience at first by the majority of participants, some participants experienced discomfort in long term use.

4.4.5.2.4 Unfamiliarity with the VR system

Some participants (P01, P02, P03, P07) was suffering the difficulties of being a stranger to the VR system and having difficulty to be adapted during the evaluation session. It was observed that younger participants were adapted quicker compared to the older ones. Although it was explained them how to use the virtual hand tools at the beginning of the session, some participants (P01, P03, P05, P07) were not able to use them effectively. P01 asked the usage instructions again. After this situation, P03, P05 and P07 was also told again about how to use in the middle of the session when it is noticed that they were not using the hand tools effectively or holding them wrong.

Although the majority of participants were able to be adapted after a while, P03 and P07 were only getting used to the VR system towards the end of the interview. To sum up, there were also some problems caused by participant's unfamiliarity with the VR technology.

4.4.5.3 Importance – satisfaction analysis of the results

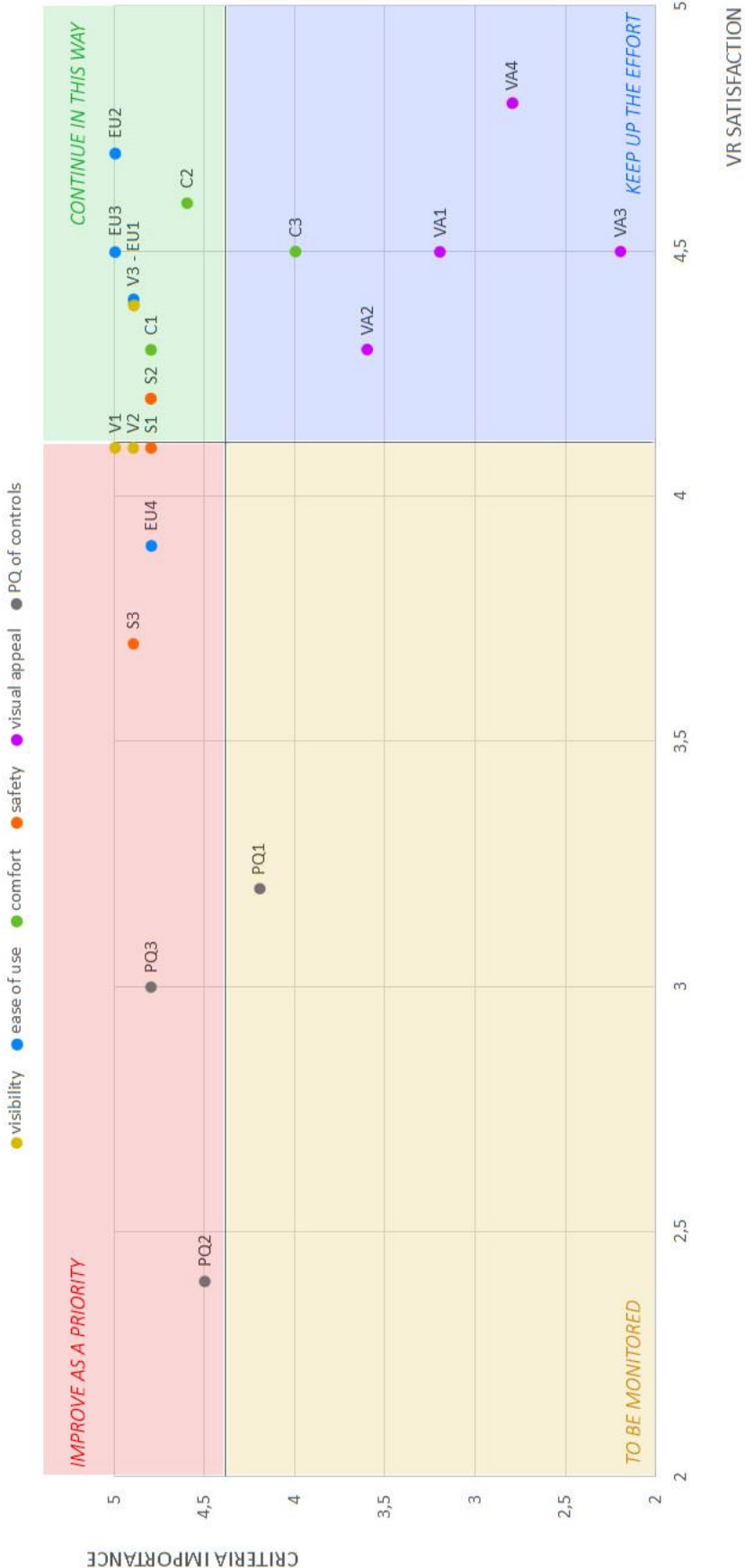
During Stage 4, participants were also asked to rate the product and the VR experience based on the subjective evaluation criteria in addition to their verbal evaluations. The purpose of this rating is generating a summary graphic which shows the satisfaction levels of VR usage for each criterion that has different importance levels. To do this, firstly, it is needed to define the importance level of each evaluation criterion and secondly, to detect how much satisfactory is VR system to evaluate these criteria. At the end, the data is expected to create a matrix providing a quick comparison of all variables and showing which aspects are efficient, which are not, what are the priorities and what is needed to be done, this is called importance-satisfaction analysis (Tonge & Moore, 2007). A scale from 1 to 5 was used to generate this graph. In the rating scale, “5” meant “very important” and “1” meant “not so important”. “1” did not mean “unimportant” because all the evaluation dimensions were indicated as already important by the participants in the previous stage. All the dimensions were important for them but they were asked to compare dimensions' level of importance according to each other. If “1” meant “unimportant” nobody would choose it but the meaning of “not so important” made it more likely to be chosen when they make a comparison among each other. Thus, according to the importance level, “1” represented the lowest and “5” stood for the highest score. Participants were individually asked to score every evaluation criterion according to this scale considering the criterion's importance level and VR's effectiveness to evaluate them. Then, average scores were calculated. Table 4.6 shows the average scores of the evaluation criteria regarding importance and satisfaction levels. The chart including every single score of each participant can be seen in APPENDIX I.

Table 4.6 The Average Scores of the Evaluation Criteria Regarding Participants' Importance and Satisfaction Levels

EVALUATION CRITERIA		SUB-CRITERIA	AVERAGE SCORE OF CRITERIA IMPORTANCE (Axis Y)	AVERAGE SCORE OF VR SATISFACTION (Axis X)
visibility	V1	Locomotive's general visibility	5	4,1
	V2	Locomotive's end point's visibility	4,9	4,1
	V3	Visibility of exterior environment	4,9	4,4
Ease of use	EU1	Locomotive's general ease of use	4,9	4,4
	EU2	Reachability to controls	5	4,7
	EU3	Understandability of driver desk organization	5	4,5
	EU4	Learnability of control desk	4,8	3,9
comfort	C1	General interior cabin comfort	4,8	4,3
	C2	Cabin interior's spaciousness	4,6	4,6
	C3	Cabin interior's ease of cleaning	4	4,5
safety	S1	General perception of safety	4,8	4,1
	S2	Safety of cabin surfaces and details	4,8	4,2
	S3	Ease of communication with yardman	4,9	3,7
visual appeal	VA1	General visual appeal	3,2	4,5
	VA2	Simplicity of the cabin design	3,6	4,3
	VA3	Technologic look of the cabin design	2,2	4,5
	VA4	Color usage in the cabin	2,8	4,8
perceived quality of controls and displays	PQ 1	General perceived quality of controls	4,2	3,2
	PQ 2	Perceived durability of controls	4,5	2,4
	PQ 3	Perceived reliability of controls	4,8	3
AVERAGE OF ALL			4,385	4,11

The importance – satisfaction graphic (Table 4.7) was generated according to the values in Table 4.6. Because the majority of criteria had close values to each other and they were all higher than 2, the graph content was shown between 2 and 5 although the scoring system is between 1 and 5. The purpose of this was preventing a congested look and providing a spacious comprehensible view. Average of all values divided the graphic into four main zones. The green zone named “Continue in this way” is composed of the highest scores of importance and satisfaction values. This zone relatively shows the most important evaluation criteria which participants were able to evaluate through VR with high satisfaction. The red zone named “Improve as a priority” shows the evaluation criteria which are also significant but relatively not so satisfactory to evaluate through VR. Thus, this zone shows that features of VR are not so adequate and should be improved in some way to satisfy the purpose of evaluating related zone’s criteria. The blue zone named “Keep up the effort” is a zone in which the related criteria are relatively not so important for the users. Nevertheless, VR was sufficient and satisfactory to evaluate these zone’s criteria. Finally, the yellow zone named “To be monitored” is composed of both importance and satisfaction levels which have relatively lower scores. In this zone, the criteria have the least importance but it was also not so satisfactory to make evaluations through VR.

Table 4.7 The Importance – Satisfaction Graphic



4.4.5.3.1 Discussion of the importance - satisfaction graphic

According to Table 4.7, it is observed that the average importance level of all criteria was quite high (4,385) between 1 and 5. Actually it is reasonable because, all the evaluation criteria were defined as important in the first empirical study's interviews by the professional users. The main purpose of scoring them again in the second empirical study was relatively comparing significance of the criteria with each other again. On the other hand, VR's average satisfaction level was also resulted in a high value (4,11) between 1 and 5. This shows that participants were satisfied with VR in general.

It is observed that evaluating the criterion of "ease of use" through VR had the highest satisfaction level in the green area of the graphic. The three sub-criteria of "ease of use" (general ease of use, reachability to controls and understandability of the driver desk organization) stayed in the green zone of the graphic. For "reachability to controls", VR's most effective feature was observed as the virtual hands and for "understandability of the driver desk" VR's being a 360 degrees of immersive presentation medium was mostly effective. The only sub-criteria of "ease of use" that stayed in the red zone was "learnability of control desk". The reason for this was mostly indicated by participants as the need of operating the vehicle in real-life. However, it is not possible to do it in VR.

The criterion of "comfort" also mostly stayed in the green zone. While sub-criteria of "general interior cabin comfort" and "interior spaciousness" stayed in the green zone, "cabin interior's ease of cleaning" took place in the blue zone. This is because it was relatively less important compared to other comfort sub-criteria. It is observed that participants scored "general interior cabin comfort" and "cabin interior's ease of cleaning" high mostly thanks to the immersive realistic experience of VR. On the other hand, it is also observed that "interior spaciousness" was rated high because of VR's feature of providing a good sense of depth of field except for some participant's doubts about the reliability of virtual model's dimensions.

The criterion of "visual appeal" took place totally in the blue zone with the sub-criteria of "general visual appeal", "simplicity of the cabin design", "Technologic look of the cabin design" and "Color usage in the cabin". This can be interpreted that visual appeal can be tested through VR. It was observed that the main reason for this was

participants' ability of perceiving shapes, colors and materials in a realistic immersive experience through VR.

The criterion of "visibility" was one of the other criteria which was scored above 4. While "visibility of exterior environment" stayed in green zone, "locomotive's general visibility" and "locomotive's end point's visibility" stayed in the red zone's borders (4,11) with the score of 4,1. This means the criterion of "visibility" was also mostly satisfactory to test through VR. The reason for this was observed as VR's ability of providing realistic perspective view. On the other hand, two sub-criteria stayed in the red zone, so it seems like it is still beneficial to make improvements in VR because some participants indicated the need of experiencing also the real vehicle to be sure in their evaluations related to visibility.

The criterion of "safety" was mostly stayed in red zone. The sub-criteria of "general perception of safety" and "ease of communication with yardman" was in the red zone. It is observed that providing also audial inputs is necessary to fix the insufficiency of evaluating "ease of communication with yardman" through VR. On the other hand, it is observed that the need of perceiving the materials by touching is the reason for the deficiency of evaluating "general perception of safety" through VR. To continue with the sub-criteria of "safety of cabin surfaces and details", it took place in the green zone. It was observed that the reason for this was participants' ability of predicting potential dangers in the case of an accident, thanks to the ability of moving in the 3D space.

The criterion of "perceived quality of controls and displays" was the less satisfactory one to test with VR. While the sub-criteria of "perceived durability of controls" and "perceived reliability of controls" took place in the red zone, "general perceived quality of controls" stayed in the yellow zone. The reason for this has been indicated during the sessions as the need of perceiving by touching. According to participant comments, this was the most significant lack of VR. Therefore, it is possible to say that the most critical issue to develop in VR systems is an extension covering haptic and force feedback which provides users with the sense of touch.

CHAPTER 5

CONCLUSION

In this chapter, an overview of the study, including the aim and the methodology of the research, is presented. The research questions are indicated under separate topics in which revealed answers are explained briefly. Finally, the limitations of the study and recommended topics for the further studies are described.

5.1 Overview of the study

The purpose of this thesis was exploring the potentials of VR technology as a user evaluation medium by testing it on the driver cabin design of a shunter locomotive. Because there was an existing shunter locomotive project running in the company of Aselsan A.Ş. at the same time, the study is managed over a research through design. The methodology is composed of four main stages: (1) making initial research about shunter locomotives and existing user evaluation methods & mediums of vehicles, (2) finding out the design and user evaluation criteria through interviews with professional locomotive operators, (3) designing the locomotive driver cabin and preparing its VR environment, and (4) conducting user evaluations on that design by using a virtual reality head mounted display (VR HMD) system.

5.2 Prominent conclusions: answers of research questions

The major question of this thesis was “What are the potentials of VR HMD technology as a user evaluation medium for evaluating a shunter locomotive’s driver cabin?” To answer this question, it was necessary to answer 5 sub-questions step by step. First three ones were gathered from the literature, and the last two ones were answered thanks to two empirical studies.

5.2.1 What are the main user evaluation mediums for vehicle designs?

This question is investigated in the literature review during the initial research stage of the thesis. According to the results of the literature review, to apply user evaluation

methods for vehicle designs, there are objective and subjective evaluation measurements which can be employed by utilizing four main vehicle evaluation mediums: software analysis, physical prototype, virtual prototype and simulations. Detailed information for these mediums can be found in Chapter 2.

5.2.2 What are the advantages and disadvantages of those mediums?

Because each medium has different features and purposes, they have some advantages and disadvantages for different evaluation aims. For example, physical prototypes are beneficial to obtain outputs concerning objective and subjective measurements. They are useful and reliable to see the dimensions of a design with low or high fidelity models, in any stage of a design development process before producing it. However, they can be costly, time-consuming, difficult to update and too heavy to move for large scaled products. It is also not so efficient to make tests about visual appeal, because colors, textures and original material types are usually not applied in a physical mock-up, unless it is a final model. On the other hand, Simulations composed of physical models, sound systems and visual screens can be efficient to imitate a driving scenario and make subjective evaluations on it. However, they are usually being used for finalized or close to finalized projects. Moreover, because simulations also contain physical prototypes, the disadvantages of physical prototypes are also a problem for simulations. Software analysis is another medium which is good for objective design evaluations concerning anthropometry and ergonomics. However, because there is no real human interaction involved, obtaining subjective evaluations is not possible in software analysis. Finally, Virtual prototype is the next popular evaluation medium which is based on CAD models. Using CAD models for creating virtual environments provides users with a virtual experience which is cost-effective, time-saving and easy to update and move compare to physical models and simulations. VR HMD systems also provides a fully immersive and realistic virtual experience including little details, this makes it possible to make subjective evaluations which is not possible to do in software analysis. Virtual environments can be experienced through a variety of virtual reality systems and models which are indicated in Chapter 3. The extensive information of other evaluation mediums can also found in Section 2.5. A summary chart of all mediums can be seen in Figure 1.4.

5.2.3 Why VR can be an efficient solution for evaluating a large scale shunter locomotive driver cabin?

As it is also mentioned in Section 5.2.2. VR systems are cost-effective, time-saving, and easy to update and move compare to physical models and simulations. Moreover, they are effective mediums for making subjective evaluations thanks to providing fully immersive and realistic virtual experience. In the case of large scaled products such as a shunter locomotive, the advantages coming from time, money, adjustability and mobility gains more significance because the more the dimensions of a product gets bigger, the more time, money and effort are required to make a physical prototype. All these advantages from the literature are confirmed during the empirical studies. Extensive information about advantages of VR can be found in Section 3.4. Furthermore,

5.2.4 What are the subjective evaluation criteria of a shunter locomotive's driver cabin?

After covering the literature for the first three questions, this and the next question is researched from the empirical studies. This one is answered thanks to the methodology Stage 2: Empirical study 1. At the end of the study, main factors for the design and evaluation of a shunter locomotive cabinet categorised as “visibility, ease of use, comfort, safety, visual appeal, perceived quality of controls and displays”. These subjective evaluation criteria coming from empirical studies mostly support the criteria indicated in the literature: comfort, driver vision, driver safety and visual appeal. However, it was seen that the sub-criteria of these titles changed according to shunter locomotives specifically. For example, visibility of locomotive's end points, other carriages, railway signals and yardmen also took place in the criterion of visibility. Reachability issue located under the title of ease of use instead of driving comfort related to ergonomics. The criterion of comfort is also composed of specific conditions related to shunter locomotives such as perceived spaciousness and cleanness of cabin. Criterion of safety is related with some specific issues by interviewees such as the communication with yardman, horn volume, error warnings and ease of clean. On the other hand, perceived qualities are associated with the quality, durability and reliability of controls and displays. Extensive information including the sub-criteria and methodology details can be seen in Section 4.2.

5.2.5 According to participants, what are the potentials of VR experience they had?

After answering the previous sub-questions step by step, the needed information input for the last one is gathered and this one is answered thanks to the methodology Stage 4: Empirical study 2. Therefore, the answer of the main research question is also revealed. The participants were asked for their detections and they were also observed during the sessions. As a result, Potentials of VR HMD were gathered under two main topics: advantages and disadvantages of certain sub-conditions of VR. Firstly, it is possible to indicate that there are advantages coming from VR features of: (1) a realistic immersive experience, (2) 360 degrees of sight view, and (3) 3D movement ability in space. On the other hand, secondly, there are also some disadvantageous conditions caused by VR's: (1) the risk of being misleading in some conditions, (2) providing limited reality, (3) some discomforts for users in long term, and (4) unfamiliarity with the VR system. The detailed information is provided in Section 4.4.5. To compare this results with the literature findings, it is possible to say that there are supportive conditions regarding both advantages and disadvantages. For advantages, literature also indicates that VR is a fully immersive realistic interaction with a 360 degree of spatial perception (Section 3.4) Empirical study findings also support this by showing reasons and specific examples for shunter locomotives, by not only perceiving visually but also by testing functional locomotive usage scenarios. For instance, participants indicate that it is a realistic experience because they can test visibility of windows according to real eye perspective, detect if a control desk object is in active sight view or not, define reachable control desk units, detect problems concerning ergonomics, predict potentials dangers in the cabin, test moving out from the window which is a specific shunter locomotive usage scenario and define the ease of passing through between two desks in the cabin. On the other hand, literature also indicates some disadvantages of VR such as lack of haptics, causing balance loss and motion sickness because of vibrating vision or fast moving scenes, and disturbing people because of some personal phobias (Section 3.4) The empirical study results of this study support these literature findings except for balance loss. In addition to these, empirical study results also revealed some other disadvantages such as the risk of being misleading regarding dimensions, sweating the face, evaporation on VR glasses' screens, feeling physical and psychological pressure on head, and tiring eyes in long terms.

5.2.6 What are the potentials of VR HMD technology as a user evaluation medium for evaluating a shunter locomotive's driver cabin?

In addition to the resulted classification of VR's potentials mentioned in Section 5.2.5, in this section, the potentials of VR were also examined under two categories as a result of the study: (1) VR's potentials in terms of the shunter locomotive project, (2) VR's potentials compared to other mediums.

5.2.6.1 VR's potentials in terms of the shunter locomotive project

To examine the revealed potentials of VR evaluation study in terms of the shunter locomotive project, it is possible to say that it was beneficial for both the design itself and the company's project team including designers and researchers.

To begin with the benefits for the design itself, it is possible to say that valuable design feedback was gathered from the participants during the evaluation sessions. Some of them convinced the designers to make corrections on the design details. For example, the potential danger of radio microphone's location for the eyes in the case of an accident moment was foreseen and indicated by participants (Section 4.4.5.1.3). After the sessions, the microphone's location on the driver desk was changed according to participant suggestions and this safety issue was solved. As another example, the camera display's location was found too far on the left by some participants. They indicated that they had to turn their heads to the left too much to see the display (Section 4.4.5.1.2). According to participants' comments, the location of the radio speaker next to the camera display was changed and the camera display was moved right to speaker's old space which is closer to the operator's active sight view. Thus, this visibility issue was also resolved. On the other hand, some design feedback was confirmed by the design team but it was not possible to make iterations to make design deficiencies better because of the reasons related to the mechanical requirements and timeline limitation of the project. For example, there were lots of comments indicated by the participants, complaining about the height of the locomotive's engine compartments. These concerns were related to visibility issues explained in Section 4.4.5.1.1. The engine compartments' height was blocking the railway sight and the end points of the vehicle. Actually, this is a problem of all shunter locomotives generally but in this one the compartments were a little higher because of the new hybrid technology. Unfortunately, it was not possible to lower the compartment level because of the mechanical units inside it. Some studies could be made for it but the project's

timeline does not allow to make such comprehensive alterations in short time. Therefore, maybe this feedback can be kept in mind to take into consideration for the next versions. The examples from the literature indicates that evaluating the criteria of ergonomics, usability, reachability, learnability, visual appeal, perceived qualities, interior lighting, styling, model dimensions and spaciousness through VR are applied before (Section 3.3). These criteria also matches with some of the shunter locomotive's user evaluation criteria, which are stated by the interviewees at Stage 2, Empirical Study 1, (Section 4.2). In addition to the criteria in literature, some other specific criteria related to shunter locomotives are also revealed in this study to be able to test through VR such as visibility of window angles and locomotive's end points, comfort and safety perceptions, and perceived qualities of controls and displays (see Table 4.2 for detailed findings these criteria).

To continue with the potentials of VR concerning company's project team, there were also beneficial results. First of all, the purpose of the study was satisfied, valuable user evaluations regarding locomotive driver cabin were attained from the users to analyse their needs and feedback. The design team was able to transmit the design details comprehensively to the evaluators in an immersive experience with 360 degrees of sight (Section 4.4.5.1.2). The researcher was also able to observe the participants' attitude from their own sights thanks to the VR glasses' vision on the computer screen (Section 4.4.5.1.2). On the other hand, this VR presentation was appreciated by the customer and found effective and impressive. Most importantly, these goals were attained in an efficient time and money management compared to other presentation and evaluation mediums.

5.2.6.2 VR's potentials compared to other mediums

It is possible to say that empirical studies mostly verified the advantages of VR which were indicated in the literature and also found out some new benefits. First of all, at the end of the study, it was observed that, using VR actually provided an efficient use of time and money compared to building a physical model. The purpose of obtaining valuable design feedback through VR was also satisfied. Moreover, it was observed that VR has distinguishing advantages concerning the evaluation of visual appeal. As a presentation medium, VR is able to transmit the colors, textures and the shapes in exact dimensions even with the radius values of shapes' edges and corners. (Section 4.4.5.1.1). This makes VR an efficient presentation medium that transmits all the

design details to the evaluator. VR also provides a more immersive and realistic experience compared to physical models because it also includes the environmental elements around the locomotive. Experiencing the locomotive cabin in a sunny day with the wind, clouds, trees, other carriages, the railways and a terrain is possible through VR and this provides atmosphere for participants just like they are really in a work day (Section 4.4.5.1.1). Moreover, participants were able to test visibility issues subjectively thanks to this comprehensive environment with realistic perspective view (Section 4.4.5.1.1). In the case of a shunter locomotive, participants were also able to move out through windows to test visibility which is impossible to do with a simulation setup because its screens showing the vision of cabin's outside are located next to windows (4.4.5.1.3). Thus, they limit the free movement area between inside and outside of the locomotive cabin. On the other hand, portability of VR system was another advantage over physical models and simulation setups. Tests were able to be managed in the location where the participants are located. Thus, the difficulties of convincing them to come near the model or transporting a huge model is eliminated. To compare VR with ergonomics software, in VR systems, it is also possible to obtain subjective feedback from real users in addition to objective feedback. For example, a participant can make suggestions about fixing ergonomic issues such as visibility or reachability (Section 4.4.5.1.3). To compare VR with rendered 2D images or photographs as a presentation medium, VR has an advantage in terms of visibility tests. Thanks to the ability of seeing the environment in a view of 360 degrees, it is possible to detect if an object is in the active sight view or not. In other words, it is possible to understand if someone has to move his head to see an object (Section 4.4.5.1.2). To compare VR with all the other evaluation mediums, another advantage was observed. VR provides the researcher with the possibility of living the moment from the user's sight thanks to the VR glasses' vision tracking system in the computer monitor. This possibility is advantageous in terms of observing and understanding the user's approach and attitude to a usage scenario, just like how they see it (Section 4.4.5.1.2).

On the other hand, VR also has some disadvantageous conditions compared to other mediums. Firstly, it was indicated by some participants that VR could be misleading in terms of perceiving dimensions because some participants could not ignore their doubts about reliability of what they perceive in VR (Section 4.4.5.2.1). Such a doubt is not a problem for real physical models because they are solid. Secondly, VR

provides a good visual experience but it lacks of the sense of touching and feeling. It is observed that this condition gains critical importance during the evaluation of perceived qualities (Section 4.4.5.2.2). Thirdly, VR leads some personal discomfort in long term usage such as sweating, tiring eyes and causing the feeling of pressure on the face (Section 4.4.5.2.3). Such uncomfortable situations are not a problem of other mediums such as physical models and simulation setups.

5.3 Limitations of the study

This thesis's aim was to explore the potentials of a new field so during the study, there were some obstacles to cope with because of studying on an unfamiliar area. Some of them was able to be overcome but some of them revealed as limitations of the study.

First limitation was not being able to prepare software scripts. Thus, really moving a control element on the driver desk or operating the vehicle was not possible. Therefore, it was a study based on stationary observations rather than an interactive VR simulation. Nonetheless, a valuable feedback was gathered according to just observations based on visual realistic perception.

Next limitation in this study was not having time to prepare a new model with low polygons, so the production solid models were used by being converted to polygon based models. Because they were too heavy for the real-time rendering software processor, lots of details such as screws and mechanical brackets were deleted from the CAD model one by one but also lots of other details stayed in the model. Therefore, the average run was 5-6 million frames per second. As a result, the computer processor was not in the optimum performance. Therefore, there were little flickers on the images and a little latency in the movements which may discomfort the participants. Nonetheless, it was possible to examine the potentials of using real production models for the companies who consider applying this tool.

Not being able to get haptic feedback was another limitation. With the VR set that this study used, it was not possible to evaluate concerns related to force feedback.

During the sessions, the need of testing audial concerns also revealed, although it was needed for a little part of this thesis. Because the thesis purpose mainly did not focus on this concern, the necessary arrangements for audial tests were not prepared, so it was not included in this thesis.

On the other hand, being able to make interviews with only 10 participants was another limitation. Because the user group in TCDD Taşımacılık Behiçbey campus is composed of a limited number of shunter locomotive operators, and lots of them were busy during the work hours, it was only possible to meet with the ones who were available and permitted by their superiors. Moreover, it was not possible to meet with the same 10 participants also in the second empirical study, it was obliged to meet some different participants according to who was available in that time. Nonetheless, it was fortunate to have long in-depth conversations with the ones who were able to participate.

In this research, it was not possible to evaluate different designs through VR. The focus was on one product designed by the author. All the stages of the research were carried out on that design by the author. Although the researcher studiously tried to prevent biases during the research, it is necessary to indicate that still there can be some inadvertently revealed effects on the study.

Finally, the study is conducted through only VR applications. It was not possible to make a comparison between VR and real product by evaluating both because the designed locomotive is not manufactured yet. A 1x1 huge physical locomotive model was also not able to be prepared because of time and money issues. Therefore, the doubts (mentioned in Section 4.4.5.2.1) of participants caused by VR were not able to be investigated through comparisons.

5.4 Recommendations for further research

It is believed that this thesis opened ways for further studies, not only for locomotives, but also for all other vehicles with driver workplace. First of all, it can be possible to investigate the potentials of preparing software scripts for the VR system which makes it possible to interact with the controls and drive the vehicles. Studies focusing on audial concerns such as communication, the direction of 3D sound and noise isolation can be planned if it becomes possible to control decibel measurements on a digital device. Ways of fulfilling the VR system's lack of haptic feedback can be another research area. With another point of view, the efficiency of making tests through VR systems with ready haptic attachments can be investigated. It was also revealed during the sessions that some participants had doubts about the measurement reliability of what they perceive in the VR environment. These doubts can be investigated by

comparing virtual reality with actual reality. On the other hand, to overcome these doubts, by using software scripts, some measurement tools can be added to the VR environment. Thus, participants and researchers have chance to verify their perception by using those measurement tools. Considering that VR systems are becoming more popular day by day on bringing any subject to a virtual world, another further researches can reveal concerning design issues of different products. Finally, in addition to user evaluations, the potentials of VR can also be investigated in design education, design development process and design presentation.

REFERENCES

- Alamri, A., Eid, M., Iglesias, R., Shirmohammadi, S., & El Saddik, A. (2008). Haptic virtual rehabilitation exercises for poststroke diagnosis. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 57, 1876–1884.
- Albani, J., & Lee, D. (2007). Virtual reality-assisted robotic surgery simulation. *Journal of Endourology*, 21, 285–287.
- Agocg.ac.uk, (2018). [online] Available at: (n.d.). Retrieved January 01, 2018, from <http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/37/chapter2.htm> [Accessed 1 Jan. 2018].
- Aktaş, O. (1997). *Virtual Reality as an Educational Tool in Interior Architecture*. BİLKENT UNIVERSITY.
- Arbona, B. (2013). Título artículo / Títol article : Using virtual reality and mood-induction procedures to test products with consumers of ceramic tiles Autores / Autors Rivera , Rosa María ; Alcañiz , Mariano Revista : Computers in Human Behavior , 2013 , vol . 29 , no 3 , 29(3), 648–653.
- Aromaa, S., & Kaisa, V. (2016). Suitability of virtual prototypes to support human factors / ergonomics evaluation during the design, 56. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.02.015>
- Bennes, L., Bazzaro, F., Chevriau, S., & Sagot, J. (2014). Virtual Reality as a Support Tool for Ergonomic-Style Convergence. *Journal of Virtual Reality and ...*, 11(5). Retrieved from <http://www.jvrb.org/past-issues/11.2014/3988/1120145.pdf>
- Bruno, F., & Muzzupappa, M. (2010). Product interface design: A participatory approach based on virtual reality. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(5), 254–269. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.12.004>
- Cosma, G., Ronchi, E., & Nilsson, D. (2016). Way-finding lighting systems for rail tunnel evacuation: A virtual reality experiment with Oculus Rift®. *Journal of Transportation Safety and Security*, 8(January), 101–117.

<https://doi.org/10.1080/19439962.2015.1046621>

Deisinger, J., Breining, R., & Rößler, A. (n.d.). Immersive Ergonomic Analyses of Console Elements in a Tractor Cabin. *Representations*, 1–10.

Desai, P. R., Desai, P. N., Ajmera, K. D., & Mehta, K. (2014). A Review Paper on Oculus Rift. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, 13(4), 175–179. <https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V13P237>

Falco, C. S., & Soares, M. M. (2013). Application of virtual reality technologies in consumer product usability. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8015 LNCS(PART 4), 342–351. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39253-5_37

Ferrise, F., Graziosi, S., & Bordegoni, M. (2015). Prototyping strategies for multisensory product experience engineering. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 28(7), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s10845-015-1163-0>

Fillatreau, P., Fourquet, J. Y., Le Bolloc'h, R., Cailhol, S., Datas, A., & Puel, B. (2013). Using virtual reality and 3D industrial numerical models for immersive interactive checklists. *Computers in Industry*, 64(9), 1253–1262. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.03.018>

Gkikas, N. (2012). *Automotive ergonomics: driver-vehicle interaction*.

Grajewski, D., Górski, F., Zawadzki, P., & Hamrol, A. (2013). Application of virtual reality techniques in design of ergonomic manufacturing workplaces. *Procedia Computer Science*, 25, 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.11.035>

Hassenzahl, M. (2010). *Experience Design: Technology for All the Right Reasons. Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics* (Vol. 3). <https://doi.org/10.2200/S00261ED1V01Y201003HCI008>

Helgevold, N., & Moen, V. (2015). The use of flipped classrooms to stimulate students' participation in an academic course in initial teacher education. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 2015(1), 29–42. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>

Human factors engineering – Design of medical devices Objectives and uses of AAMI

standards and recommended practices. (2009).

Hutchison, D., & Mitchell, J. C. (2011). *Lecture Notes in Computer Science. Extended SemanticWeb Conference*. https://doi.org/10.1007/3-540-68339-9_34

Kallmann, M., Lemoine, P., Thalmann, D., Cordier, F., Magnenat-Thalmann, N., Ruspa, C., & Quattrocchio, S. (2003). Immersive vehicle simulators for prototyping, training and ergonomics. *Proceedings of Computer Graphics International Conference, CGI, 2003-Janua(July)*, 90–95. <https://doi.org/10.1109/CGI.2003.1214452>

Kim, K., Rosenthal, M. Z., Zielinski, D., & Brady, R. (2012). Comparison of desktop, head mounted display, and six wall fully immersive systems using a stressful task. *Proceedings - IEEE Virtual Reality*, 143–144. <https://doi.org/10.1109/VR.2012.6180922>

Kuliga, S. F., Thrash, T., Dalton, R. C., & Hölscher, C. (2015). Virtual reality as an empirical research tool - Exploring user experience in a real building and a corresponding virtual model. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 363–375. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.09.006>

Lawson, G., Herriotts, P., Malcolm, L., Gabrecht, K., & Hermawati, S. (2015). The use of virtual reality and physical tools in the development and validation of ease of entry and exit in passenger vehicles. *Applied Ergonomics*, 48, 240–251. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.12.007>

Lee, S. L. S., Chen, T. C. T., Kim, J. K. J., Kim, G. J., Han, S. H. S., & Pan, Z. P. Z. (2004). Affective property evaluation of virtual product designs. *IEEE Virtual Reality 2004*, (January 2014), 207–215. <https://doi.org/10.1109/VR.2004.1310076>

Li, X., & Liu, H. (2014). Accessibility Evaluation in Aircraft Cabin Based on Virtual Reality. *Applied Mechanics and Materials*, 651–653, 1511–1514. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.651-653.1511>

Mil-std-, M., & Mil-std-, S. (1999). Department of Defense Design Criteria Standard, (August), 1–219.

Peng, Q. (2007). Virtual reality technology in product design and manufacturing.

- Peruzzini, M., Mengoni, M., & Raponi, D. (2016). How to use virtual prototyping to design Product-Service Systems. *2016 12Th Ieee/Asme International Conference on Mechatronic and Embedded Systems and Applications (Mesa)*. <https://doi.org/10.1109/MESA.2016.7587135>
- Petrie, H., & Bevan, N. (2009). The evaluation of accessibility , usability and user experience. *The Universal Access Handbook*, 299–315. <https://doi.org/http://dx.doi.org.ezproxy1.lib.asu.edu/10.1037/1082-989X.7.3.338>
- Portman, M. E., Natapov, A., & Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 376–384. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.05.001>
- Sagot, J.-C., Gouin, V., & Gomes, S. (2003). Ergonomics In Product Design: Safety Factor. *Journal Safety Science*, 41(2), 137–154. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(02\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(02)00038-3)
- Song, H., Chen, F., Peng, Q., Zhang, J., & Gu, P. (2017). Improvement of user experience using virtual reality in open-architecture product design. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 95440541771173. <https://doi.org/10.1177/0954405417711736>
- Tonge, J., & Moore, S. A. (2007). Importance-satisfaction analysis for marine-park hinterlands: A Western Australian case study. *Tourism Management*, 28(3), 768–776. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2006.05.007>
- Turhan, M. (2008). an Approach To Achieve Design Recommendations for Interior Elements of, (September).
- Ye, J., Campbell, R. I., Page, T., & Badni, K. S. (2006). An investigation into the implementation of virtual reality technologies in support of conceptual design. *Design Studies*, 27(1), 77–97. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2005.06.002>
- [Digital image 1]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from http://www.mainlinediesels.net/images/basic/CZLOKO_753604_60.jpg

- [Digital image 2]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from http://www.mainlinediesels.net/images/basic/czloko_774702_51.jpg
- [Digital image 3]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from <http://www.empirebonaire.com/wp-content/uploads/2015/08/Cinéma-3D.jpg>
- [Digital image 4]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from <https://i0.wp.com/www.technobyte.org/wp-content/uploads/2016/03/CAVE-Cave-Automatic-Virtual-Environment.jpg>
- [Digital image 5]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from https://img.global.news.samsung.com/global/wp-content/uploads/2016/06/VR-Cinema_705.jpg
- [Digital image 6]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from https://c.slashgear.com/wp-content/uploads/2017/02/16602064_10103490859471431_8364300797132529738_o-980x420.jpg
- [Digital image 7]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from <https://static.makeuseof.com/wp-content/uploads/2017/01/oculus-touch-gestures-gif.gif>
- [Digital image 8]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-4006204/Oculus-Touch-hand-controllers-FINALLY-sale-Gadget-aims-virtual-world-fingertips.html>
- [Digital image 9]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from <https://roadtovrlive-5ea0.kxcdn.com/wp-content/uploads/2015/01/ALPS-VR-Unity-screenshot-1024x512.jpg>
- [Digital image 10]. (n.d.). Retrieved April 30, 2018, from <https://www.quora.com/What-is-the-maximum-angle-a-human-eye-can-see>

APPENDIX A

STAGE 2 - CONSENT FORM (TURKISH)

ARAŞTIRMAYA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu araştırma, ODTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü yüksek lisans öğrencisi ve Aselsan çalışanı Oğuzhan Topcuoğlu tarafından Yrd. Doç. Dr. Gülşen Töre Yargın danışmanlığındaki yüksek lisans tezi ve Aselsan manevra lokomotif projesi kapsamında yürütülmektedir. Bu form sizi araştırma koşulları hakkında bilgilendirmek için hazırlanmıştır.

Çalışmanın Amacı Nedir? Araştırmanın amacı bir manevra lokomotif konsolu ve kabininin makinist açısından nasıl olması gerektiğinin incelenmesidir.

Bize Nasıl Yardımcı Olmanızı İsteyeceğiz? Araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, yaklaşık olarak 30-40 dakika sürmesi beklenen bu röportajda sizlere bir dizi soru yöneltilecek ve bu sorulara verdiğiniz cevapların nedenleri sorgulanacaktır. Daha sonra içeriğin değerlendirilebilmesi için cevaplarınız ses kaydına alınacaktır.

Sizden Topladığımız Bilgileri Nasıl Kullanacağız? Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük temelinde olmalıdır. Ankette, sizden kimlik veya kurum belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplarınız tamamıyla gizli tutulacak, sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Katılımcılardan elde edilecek bilgiler toplu halde değerlendirilecek, milli manevra lokomotif tasarımıımıza katkı sağlamanın yanı sıra bilimsel yayınlarda kullanılacaktır. Sağladığınız veriler gönüllü katılım formlarında toplanan kimlik bilgileri ile eşleştirilmeyecektir.

Katılımınızla ilgili bilmeniz gerekenler: Röportaj, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular veya uygulamalar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz röportajı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Böyle bir durumda çalışmayı uygulayan kişiye çalışmadan çıkmak istediğinizi söylemek yeterli olacaktır.

Araştırmayla ilgili daha fazla bilgi almak isterseniz: Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Araştırma hakkında daha fazla bilgi almak için ODTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Gülşen Töre Yargın (tore@metu.edu.tr) ya da yüksek lisans öğrencisi ve Aselsan çalışanı Oğuzhan Topcuoğlu (otopcuoglu@aselsan.com.tr) ile iletişim kurabilirsiniz.

Yukarıdaki bilgileri okudum ve bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum.

(Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz).

İsim Soyad

Tarih

İmza

---/---/---

APPENDIX B

STAGE 2 - INTERVIEW QUESTIONS (TURKISH)

Table B.1 Stage 2 – Interview Questions (Turkish)

	Mülakat soruları	Soruyu sormaktaki araştırma amacı
Genel değerlendirme boyutları	I. Sizce bir manevra lokomotif kabini tasarımına ‘iyi olmuş’ diyebilmek için nasıl olması gerekli? Sizin için bir lokomotif tasarımında önemli olan unsurlar nelerdir? A) Kullanım kolaylığını etkileyenler? a. Ekranlar b. Tuş ve switch 'ler c. Kollar d. Etiket, yazı ve ikonlar B) Kalite algısını belirleyenler? C) Konforlu hissettirenler? D) Güvende hissettirenler?	Kullanıcının lokomotif tasarımına ilişkin genel değerlendirme kriterlerini anlamak. Önemli algılanan değerleri belirlemek (konfor, rahatlık, iyi görebilmek-görülebilirlik, güven duygusu vb. gibi... Bunlardan hangileri kullanıcı için öncelikli)

Table B. 1 Stage 2 – Interview Questions (Turkish) (Continued)

Kullanım senaryosu tespiti ve irdelenmesi	II. Şimdi birlikte normal bir iş gününüzü düşünelim. Mesela dünkü iş gününüzde lokomotif kabinine girdiğiniz andan çıktığınız ana kadar sırayla neler yapıyorsunuz? (Aracın içine eşyalarınız ile yerleşme, aracı çalıştırma, hareket etme, duraklama, kuplaj, yeme, içme, sigara, okuma, manevra lokomotif ile başka ne çeşitlilikte işler yaptığınız, içeride geçirdiğiniz kişisel zaman vs.) A) <u>Her bir task için ayrı ayrı:</u> Bu aşamada lokomotif kabini tasarımının hangi kısımları önemli oluyor? Sizce bunların nasıl olması gerekli?	Kullanım aşamalarına ilişkin tasarım değerlendirme kriterlerini belirleme

Table B.1 Stage 2 – Interview Questions (Turkish) (Continued)

Farklı kullanım senaryolarının ve koşullarının tespiti ve irdelenmesi	III. Manevra lokomotifi kullanımında ne gibi farklı kullanım durumları oluyor? (oturarak kullanma, ayakta kullanma, yan camdan kafa çıkartma durumu, arkaya bakarak kullanma durumu vs.). Bu kullanım durumları lokomotif kullanımınızda ne gibi farklılıklar yaratıyor? A) Her bir kullanım durumu için: Örneğin ayakta veya oturarak kullanım durumlarında neler farklı kullanılıyor? Onların nasıl tasarlanması gerekli? B) Ön, yan ve arka camda aracın ve dışarının hangi noktaları görmeniz önem teşkil etmektedir? C) Ne sıklıkla kafanızı yan camdan çıkartıyorsunuz? Hangi noktaları görmeye çalışıyorsunuz? D) Ne sıklıkla kafanızı çevirip arkaya bakıyorsunuz ve ne sıklıkla koltuk-konsol değiştirme ihtiyacı duyuyorsunuz? E) Lamba/güneş ışıklarının yansımalarla veya direk olarak gözünüzü almaması için ne gibi uygulamalarda bulunuyorsunuz?	Farklı kullanım senaryolarına ilişkin tasarım değerlendirme kriterlerini belirleme

APPENDIX C

STAGE 2 - RAW INTERVIEW DATA (TURKISH)

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish)

USER	MAIN FACTOR	CRITERIA	RAW DATA
1	visibility	general window view angles	Lokomotifin önünde arkasında kamera olursa görüş açısından bir şey kaçırduğımızda daha iyi olur. Önde de bir ekran olursa monitör en azından o kayıt yapar. Bir kaza falan olduğunda ser tampon falan yapılırsa ifademizi alıyorlar. Tampon nasıl yapıyoruz sert mi geldik onu inceliyorlar falan. Bu bir.
1	Comfort	Perceived spaciousness	İki, kabin içinin rahat ve geniş olması lazım. İnsanı daraltmaması lazım.
1	Comfort	Climatic comfort	Üç, Klima yok bizde, yazın camları açıyoruz, o da cereyan yapıyor rahatsız oluyoruz. Motor bölmesinden sıcak geliyor bir süre sonra, öyle olunca yazın daha da beter oluyor. Kapıyı pencereyi her yeri açıyoruz. Cereyana maruz kalıyoruz o zaman da.
1	Comfort	Acoustic comfort	Cam açılınca bir de gürültü geliyor dışarıdan tabii. Gürültüye maruz kalmamak için bir kulaklık olabilir belki.
1	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Sonra, dikiz aynası falan konulabilir. Bir şey kaçırmamak için. Yani görüş mesafesi falan. Gerçi güneş vurduğu zaman ayna da etkiliyor. Bazen manevracıyı göremiyorsun, sesini de duyamıyorsun o zaman sıkıntı oluyor. Baca bazen görüşü engelliyor.
1	visibility	sun & light reflection	Güneş düşüyor bazen camlara o zaman da güneş gözlüğü takmak zorunda kalıyorsunuz, bazen o da yetmiyor. Perdeler iyi konumlandırılabilir.
1	Comfort	Seating comfort	Koltukların rahat olması lazım bir kere. Bizim koltuklar affedersiniz biraz kazık gibi oluyor. Arıza olduğu zaman oturduğumuzda koltuk dengesiz oluyor bu sefer bir kaynakçıya getiriyorsunuz. Üstün körü kaynatıyor. Sabit. Yani koltuklar daha iyi olsa daha iyi olur. Kolunuzu koyduğunuzda şöyle rahatsız etmesin.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	visibility	night-time lighting	Akşam genelde farlar sıkıntı. Yeterli olmuyor. Tam aydınlatmıyor. İç aydınlatmada biraz ayar olması lazım. Evlerde hani var ya ayarlı ortama göre. Gece görüşü için anahtarların olduğu yerde ayarlamalı loş ışık gibi bir şeyler olması lazım. Çok ışık olunca kendinizi veremezsiniz, az olunca yeterli şekilde göremezsiniz. Gece genelde iç ışıkları kapatıyoruz. Arabalar geçeceği zaman rahatsız olmasın gözünü almasın diye hemzemin geçitlerde araba geçene kadar farı kapatıyoruz.
1	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Ya bir de bizim makinalara genelde bakım yapılmıyor. Pis oluyor. Pis olduğu için ortam bizi geriyor, o zaman da manevradan keyif alamıyorsunuz. Bir an önce yapalım da bitsin gitsin diye bakıyorsunuz. İster istemez etraf yağ oluyor, motorlara falan bakarken. Eldiven olabilir bir yerde.
1	Comfort	Additional/Deluxe features: drinking water and tea in the locomotive	Yaz için mini bir buzdolabı su koymak için ya da kışın çay koymak için bir bardaklık falan da fena olmazdı.
1	Comfort	Seating comfort	Ama özellikle koltuklar tahta gibi oluyor. Yarım saat sonra ayağa kalkıyorsunuz. Koltuk rahat olsun.
1	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Köşeden ya da dışarıdan bakarak sinyali görmeye çalışıyoruz. Mesela bazen bir direk denk geliyor, sinyali görmüyorsunuz. Diğer vagonları görmeye çalışıyoruz.
1	visibility	visibility of the locomotive's end points	Ön tarafı görebilmek için kolunuzu camdan dışarı koyup sarkıp bakmak zorunda kalıyorsunuz. Cam aralığı falan iyi olsa bunun için iyi olur tabii.
1	Comfort	Elbow comfort - armrest for the window	Camdan sarkarken kolumu dayadığım yer sert olduğu için kolumdaki sinirler uyuşuyor.
1	Safety	Communication with [manevracı]: Necessity of walkie-talkie	Bu arada hem el telsizi olsa hem sabit telsiz olsa iyi olur. Bozulduğu arızalandığı zaman bazen telsiz bulamıyoruz. Konsolun iki tarafında da olabilir. İki yöne de bakan yani.
1	ease of use	Understandability: simple and organized control units	Düğmeler switch'ler falan da çok değişmesin alıştık artık, kafamız karışmasın. Üzerinde isimleri yazsın, ikonları yazsın yeter.
2	visibility	general window view angles	Görüş açılarının iyi olması gerekiyor. Sinyalleri görmek için camlar büyük olmalı. Camdan arkaya bakarken iyi olmalı.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

2	ease of use	Understandability: simple and organized control units	Kullanım açısından kullanım kolaylığının basit olması gerekiyor. Kumandada erişebileceğimiz noktaların belli başlı daha kolay yerlere yerleştirilmesi gerekiyor. Bizimkinde öyle bir şey yok.
2	ease of use	Reachability: reachable control units	Kullanım açısından kullanım kolaylığının basit olması gerekiyor. Kumandada erişebileceğimiz noktaların belli başlı daha kolay yerlere yerleştirilmesi gerekiyor. Bizimkinde öyle bir şey yok.
2	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Gerekli emniyet koşullarının sağlanması gerekiyor, benim bildiğim bizimkilerde öyle bir şey yok 11000'likte. En azından bir vurma kaza anında kumandanın alt bölmesi bizi koruyacak demirden başka bir malzeme olabilir.
2	ease of use	Reachability: reachable control units	Daha önemlisi sabit telsiz olması gerekiyor. Şu an seyyar telsizle konuşuyoruz. Diğer türlü buradan telsiz alıp gitmemiz gerekiyor. Telsizin konumu ön tarafta olmalı kolaylıkla alıp koyabileceğimiz bir yerde olmalı. Elimizle ulaşabileceğimiz kolay bir yerde.
2	visibility	general window view angles	Camlar temiz olmalı sinyaller ve yol açısından geniş olmalı. Kirli, kırık veya çatlak olursa sıkıntı yaratıyor. Küçük bir bölme var bizim kullandığımız makinelerde. O bölgeye biraz eğilmek gerekiyor. Arada pencere plakası gibi bir şey var tam görüş hizasının önünde o sıkıntı yaratıyor.
2	Comfort	Climatic comfort	Klima yok klima olması lazım. Kışın klima ile ısınmak istemiyoruz, filtreli falan olduğu için havası pis oluyor rahatsız ediyor. Hemen yanımızda ayrı bir ısıtıcı olsa daha iyi oluyor. Yazın zaten yapacak bir şey yok klima olması lazım.
2	ease of use	Understandability: simple and organized control units	Kontrollerin üzerinde yazısı falan yazsın ne olduğu belli olsun.
2	ease of use	Reachability: reachable control units	Kumandalar erişebileceğimiz kolay yerlere yerleştirilsin.
2	Visual Appeal	Worn out look	Kullandığımız makineler için kaliteli gözükmesi gibi bir derdimiz yok zaten. Olamaz da. Makineler çok eski ve yıpranmış. Yani bildiğin demir yığınının başka bir şey görmüyoruz.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

2	Comfort	Seating comfort	Koltuklar deri oluyor genelde, yazın da sıkıntı oluyor. Kumaş koltuk olması daha iyi oluyor. Konforu sağlayan zaten koltuk ve koltuğun kumandaya göre konumu.
2	Perceived quality of controls and displays	lever handle, switch sensitivity	Kol geçiş kolaylığı ya da algısı daha hassas olabilir. Kolu itiyorum bazen geçti mi geçmedi mi ne kadar gitti algılayamıyorum. Ayarsızlık oluyor onlar zamanla yıpranmadan dolayı olabiliyor. Daha kaliteli olabilir.
2	visibility	visibility of the locomotive's end points	Tampon yaparken aracın önünü arkasını iyi görmek gerekiyor. Vagona yaklaştığında sert tamponlama yapmamak için yavaşlayacağın yeri bilmek gerekiyor.
2	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Bunun için de sinyalleri iyi görmek lazım.
2	visibility	general window view angles	Sinyalleri görmek için camlar büyük olmalı.
3	visibility	general window view angles	En önemlisi görüş açısı, daha iyi bir görüş açısı olmalı. Çünkü orada insanlarla sürekli iç içeyiz. İster istemez manevra sahasında çalışılıyor. Ben manevra makinasında sağ tarafta oturmak zorunda kalıyorum. Diğer tarafta görüş açısının dışında baya bir mesafe kalıyor. Zor görülüyor. Oradan biri geldi mi onu görebilmek lazım.
3	Comfort	Climatic comfort	İster istemez içinde bir konfor olması lazım. Sıcak havada çalışırken motor ısısı içeri giriyor daha sıcak oluyor. Çalışma şartları zorlaşıyor. Klima olabilir.
3	visibility	visibility of the locomotive's end points	Mesela arkayı daha iyi görebileceğimiz bir ayna sistemi olabilir. Sonuçta 20 vagonla geriye dayanıyorsun bakmak zorunda kalıyorsun. Arkayı görebilmek de çok önemli.
3	visibility	general window view angles	Düzgün bir aynayla arkayı görmek benim için bir konfordur mesela. Kafam rahat oluyor. Bir kaza bela çıkmasın.
3	Perceived quality of controls and displays	lever handle, switch sensitivity	Hava musluğunun iyi çalışıyor olması lazım. Çok daha iyi hızlı bir set olmalı. Bizim 0,5 hava atmamız lazım mesela çekince hemen atsın. Ama çekiyorsun tutman gerekiyor. Onu ayarlayamıyorsun. Hem hava hem fren atıyorsun. Araba vitesi gibi düşünelim 1'e taktık sonra 2'ye taktık ona göre düşünelim. Kolay geçsin.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

3	visibility	night-time lighting	Gece çalışmaları için iç ışıklandırmalar yetersiz oluyor. Hız göstergesi CER Ampermetresi vs. otomobildeki gibi bir aydınlatma sistemi olabilir. Şuan var ama çok az yetersiz oluyor. Otomobillerdeki gibi bir ışıklandırma sistemi olabilir.
3	Comfort	Seating comfort	Koltuklar çok sert, uzun süre oturulmuyor.
3	Comfort	Additional/Deluxe features: Cooling water	Buzdolabı olabilir.
3	Safety	Communication with [manevracı]: Necessity of walkie-talkie	Veya o makine sonuçta elektrik üretiyor. 220 V çekip şarj etmek için bir priz falan konabilir. Telsizi de şarj etmek lazım. Bizimki sabit değil. Belki adam o sırada bir şey diyecek ama şarjı bitmiş.
3	visibility	visibility of the locomotive's end points	Makinanın görüş açısı çok küçük kullanırken ya kafayı camdan çıkartıyorsun. Görmüşsündür içini, üstten bakıp altı görme durumunda kalıyorum. Makineyi sol elimde kullanıyorum. Sağ elimde telsiz oluyor.
3	Safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Onun dışında bazen güvende hissetmiyorum. Olası bir kazada sert tampon yapıldığında, arabayı düşünün mesela kemeriniz bağlı değil, olabilecekleri siz düşünün. O kemeri lokomotifte takamazsın belki ama başka bir şey geliştirilebilir. Sonuçta her taraf metal... Ben olsam kemeri takarım. 100 gün bir şey olmaz ama 101. gün olabilir. Sonuçta her şeyin başı hayat.
4	visibility	sun & light reflection	Güneş tam batarken direk üstünüze gözünüze geliyor. Güneş ışınlarından sizi koruyacak perdeler, karartılmış filmler olabilir. Güneş ışınlarını kesen arabalarda kullandığımız sistem olabilir. Güneş tam size geliyorsa mesela batıya doğru giderken. Bulunduğunuz yerden de ayırlamıyorsunuz. Bir de geceleri konsol ışığı yetersiz olursa kabin ışığını açıyoruz o da camlardan yansıma yapıp gözümüzü alıyor.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

4	safety	Horn volume	Benim en çok düşündüğüm şeylerden biri mesela çok yakında bir vatandaş var mesela onu korkutmadan uyarabilmek lazım. Arabalardaki gibi hafif bir olabilir. İkaz edebilmek lazım. Bu kişi manevracı olabilir yabancı bir kişi olabilir... İleri giderken tek geri giderken çift korna çalarız biz. Ama yanımızda bir insan varsa kornalar da çok güçlü olduğu için bu işi bazen en kısık şekilde halletmeye çalışıyoruz. Büyük makinelerde ben mesela kullanmamaya çalışıyorum. Kulak zarı bundan patlayan arkadaşlar oldu mesela.
4	visibility	night-time lighting	Önümüzü çevremizi iyi aydınlatması lazım ki görelim sonra...
4	ease of use	Learnability: Compliance with the standards and usage stereotypes	Her lokomotifte standart bir kumanda masası olmadığı için her binişimizde ayrı bir alışma safhası yaşıyoruz. Daha önce kullanmışız ama son çıkan lokomotiflerde biri Amerikan malı biri Kore, kumandalar farklı olduğu için her bindiğimizde ya mesela örnek veriyorum. Farları nerden açılıyor, silecekleri nerden açılıyor diye bakıyorum. Uluslararası standartlar var aslında. Ona göre yapılsa... Aynı bir kumanda masası olmalı.
4	Comfort	Seating comfort	Koltuğun ergonomik olması gerekir çünkü saatlerce o koltukta oturup elimizi kafamızı oynatıyoruz. Bir de böyle normal bir ortam değil ki. Hep aynı yere bakmıyoruz.
	visibility	general window view angles	Yeri geliyor kafayı çıkartıp uzağa bakıyorsun.
4	safety	Communication with [manevracı]: Necessity of walkie-talkie	Diyelim manevracının sesi gelmiyor telsizde komut alamadın. Hemen durman lazım. Geçen başımıza geldi adam düşmüş geri geri gidiyorsun. Adam düşmüş konuşamıyor ki telsizden haber veremiyor. Senin aniden durman lazım.
4	ease of use	Visibility of the controls: simple and organized control units	Gözle görülür kontroller lazım.
4	Comfort	Acoustic comfort	Uyarı sinyalleri fazla bağırmandan kulağı rahatsız etmeden olmalı.
4	Comfort	Seating comfort	Koltuklar deri olmamalı. Sıcak zamanlarda terletiyor. Havalı koltuklar var. Mesela ben kalktığım zaman koltuk havaya çıkıyor. Oturduğumda otomatik olarak iniyor. Sırtımı dikleştirmek istiyorum mesela bir düğme hemen yapıyor. Kumaş, güzel.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

4	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Kabin ortamı anti bakteriyel olsun, rahat temizlensin, ya da kir tutmasın. Birileri temizliyor arada bir ama devamlı temizlendiğini düşünmüyorum. Ben makineye ilk bindiğimde ıslak mendille bütün dokunacağım yerleri tek tek silerim, çünkü biz orada yemek yeriz, çay içeriz, tüm hayatımız orada geçiyor. Çalışırken durma şansımız yok.
	Comfort	Additional/Deluxe features: drinking tea	Bardak konacak bir ortam olabilir işte..
4	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Çarptığımızda yüzümüzü kafamızı yaracak sivri yüzeylerin olmaması gerekiyor. Çarpışma düşme veya kayma anında kafasını gözünü yüzünü çıkartmayacak halde olması gerekiyor.
5	visibility	general window view angles	İyi lokomotifin en önemli özelliği görüş açısidir. Öne arkaya koyulan kameralarla kuvvetlendirilebilir.
5	visibility	visibility of the locomotive's end points	Görüş alanındaki manevracı arkadaşı ve vagonları en rahat şekilde görebilmemiz... Tampon yapacağınız mesafeleri en rahat şekilde görebilmeniz gerekir. Bunun için de görüş açılarının en verimli şekilde olması gerekiyor. . Bazen arkada 10-20 tane vagon oluyor, görmesi zor oluyor.
5	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Manevracı arkadaşı, vagonları en rahat şekilde görebilmemiz gerekir.
5	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Makinistin markizde konforlu olması gerekir. Nasıl bir araba çok konforluysa sürüşü o kadar konforlu oluyorsa manevra yapan arkadaşın da konforlu olması gerekir ki yaptığı iş onu yormasın. Güvende ve rahat hissetsin. Kullanacağı ortamda rahatsız edeceği tehlikeli bir ortam olursa kişiyi huzursuz eder.
5	Visual Appeal	Worn out look	Genellikle şu anki meselelerin en büyük sebebi lokomotiflerin eski olması. Eski olduğundan çalışmaya pek müsait değiller. Benim iki katı yaşımda olduğundan 74 model makineler bunlar.
5	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Temiz değil steril değil. Yağdan korunabilmeli...

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Arabadaki gibi bir "airback" olabilir. Herhangi bir olayda yaşamını kurtarması için bu trende de olabilir mesela. Yakın zamanda iki tane makinist arkadaşımız vefat etti. Belki o an markizin içinde bir airback olayı olsa bu arkadaşlar vefat etmeyecekti. Emniyet kemeri olmaz çünkü hareket kabiliyetimizi kısıtlar. Bu tren ileri gidiyor ileri gidiyor. Arkada 15- 20 tane vagon oluyor. Arkayı görebilmek için eğilip bükülmek gerekiyor. Bilgisayar başında otururken emniyet kemeri takmak gibi bir şey bu hareket alanını kısıtlar bu.
5	Visual Appeal	Simple and organized look	Mümkün olduğunca sade olmalı, ne kadar sade o kadar güzel. İnsanın işini o kadar kolaylaştırır.
5	Durability Perceived quality of controls and displays	Perceived durability of the controls - appropriate usage of digital controls and displays	Her iş için bir tuş yerine birkaç işi bir anda yapabilecek tek bir tuş olabilir. Sigorta şarteli yerine buton olabilir tuş olabilir. Günümüzün çağlarındaki gibi dokunmatik olabilir. Ama gerçi o zaman da üzerine yağ bulaşınca zor olabilir. Dokunmatik tren sıkıntı çünkü ustalar buraya bakıma geldiği zaman elleri yağlı olabiliyor. Yağlı bir şekilde makineye bakım yapıyorlar. Bu sebeple bir sonraki gelişte dokunmatik şeyler bozulabilir.
5	Perceived quality of controls and displays	Perceived Reliability and Error-proneness	Mesela dokunmatik ekranlar var şimdi onlar bile yanlış ölçü yapıyor. Yarıyı doluyken tam dolu gösteriyor falan.
5	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Ya da dijital ekranların yağdan korunması gerekir. Daha steril olmalı ve bakımının yapılması gerekir. Depo %60taydı bir bakım yapıldı %90 oldu...
5	Comfort	Climatic comfort	Şu sıcaklarda en büyük ihtiyaç bir klima ihtiyacı bir de. İlk makineye girdiğin anda insanın yüzüne sıcak hava çarpıyor. Bir vantilatör falan da olsa çok iyi olur. Yazın perişan oluyoruz. Cam açık kapı açık... Ona rağmen hiç esmiyor bazen

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	Comfort	Seating comfort	İnsanı rahatsız eden şeylerden biri de gerçekten deri koltuk. Sabah 8'den akşam 5'e kadar oturunca insanı gerçekten rahatsız ediyor yani. Ayakta kullandığımı biliyorum sırf bunun için. Koltuk önemli tabi tüm gün oturuyorsunuz sonuçta. Sırtı, kolçağı falan kaliteli olsun.
5	visibility	visibility of the locomotive's end points	Mümkün olduğunca lokomotifin markizinin ortada olması lazım bir de. Biri uzun biri kısa olunca kısıda sorun yok da uzun tarafta manevra yaparken genelde sıkıntı oluyor.
5	ease of use	Reachability: reachable control units	Bir de mesela bu tuşların hepsi genelde ortada. Markizin sağda oturduğu yere çok daha yakın olması daha iyi oluyor. Bazı tuşlara ulaşım bu masada kolay da mesela arka taraftakilere ulaşmak için kalkıp oraya gitmek gerekiyor. Mesela ikaz kesme tuşu.. Gidiyorsun oraya basmak için.
5	Comfort	Acoustic comfort	Bir de bizde çok ses ortamı var. Motor sesi varken telsizden gelen arkadaşın sesine odaklanmak zor olabiliyor.
5	safety	Ease of cleaning	Makineye girmek zahmetli biraz kapıların oralar hep yağlı oluyor. Üstünden basmadan geçmeye çalışıyorsun. Kayıp düşebilirsin. Konuşmadan sonra zaten gider bi bakarız lokomotif sen de görürsün ne demek istediğimi.
6	visibility	visibility of the locomotive's end points	Öncelikle aracın görüş açısı çok önemli ama aracın önü arkası çok köşeli, kaba. Dikdörtgen şekilde. Bu mesela Kenarları pahlı ya da kıvrımlı olabilir. Böylece uç kısımlar daha rahat görülür. Aynalar olsa bizim için bir de daha rahat. Mesela kafamızı çıkarabildiğimiz durumlar oluyor çıkaramadığımız durumlar oluyor. Katener hattı oluyor mesela(elektrik hattı direği) Onun altına denk geldiğinde kafanı çıkartamazsın tehlikeli yani. Uzakta şimdi direk ama belirli bir metreden bunun elektriğinin atma ihtimali var.
6	Comfort	Seating comfort	Önemli olan koltuk bir de. Daha rahat ve bele uygun olması lazım. Şu anki manevra lokomotiflerinde zaten nerden bakarsanız %70'i kırık şekilde. Yani hiç konforlu değil. Manevra yaptıktan sonra rahat edemiyorsun. Aşağıya indikten sonra inan ki belinizi dair tutamıyorsunuz. Koltukların bele uygun olması lazım. Bizdeki zaten meslek hastalıklarından biri bel fıtığı. Çünkü olan arkadaşlarımız da var bunun ağrısını çeken. Ben de ağrısını çekiyorum. Sürekli sağa sola dönüyoruz daha da ağrıyor.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

6	Comfort	Climatic comfort	Bizim için önemli olan bir diğer şey de havalandırma. Havalandırma şart. Çünkü demir yığını olduğu için yazın sıcaktan kışın da soğuktan çok etkileniyoruz. Bu sefer de işini yapamıyorsun. Kalorifer şart, onun iç aksamı falan iyi olması lazım.
6	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Dışarıdan gelen yağlı ortamdaki geliyor tabi içerisi de yağ oluyor o zaman. Kapılar da açık kaldıysa zaten içi içeri toz falan da giriyor. Daha toz tutmayacak yüzeyler olsa...
6	Comfort	Perceived spaciousness	Oturduğunda ayaklarının aşağıda sıkışma ihtimalin var. Alan çok az. Biraz daha iyi olsa bizim için daha iyi olur. Mecbur oturman lazım. Oturmadan da iş yapamıyorsun. Masanın altı oval değil de düz şekilde gelse dizlerimiz için daha ferah olur.
6	Visual Appeal	Simple and organized look	Ne kaliteli gösterir? Mesela masa düzeninin, ana kumandanın düğmelerinin daha düzenli olması daha kaliteli gösterir. Böylece bir makine görüntüsünden kurtulup araç görüntüsüne kavuşabilir.
6	visibility	night-time lighting	Gece çalışırken LED sisteminin daha iyi olması lazım. Bazen yandığıyla yanmadığı bir oluyor. Şu anki aydınlatma sistemini yaktığın zaman fazla bir etkisi olmuyor. Neyi göreceğin seçeceğin belli olmuyor. Arızası olduğunda bazen sıkıntı yaşıyoruz. Yanıp yanmadığını göremiyorsun.
6	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Valla güvenlik açısından öyle bir güvencemiz yok. Küçük bir yer olduğu için kaçacak saklanacak bir yerimiz yok. Demir yığını olduğu için bir çarpmada kutu gibi sıkışma ihtimali var. Etkilenmeyecek mesela kaza olduğunda makinenin eğilme sıkışma durumunda bizi her hâlükârda koruyacak bir yer olması lazım. Atlayacak tutunacak bir yerin de yok. Bizim oradan kaçma ihtimalimiz zaten çok az. Tutunacak yerin de yok. Öyle bir tutunacak yer bir güvencemiz olsa bir sıkıntımız olmaz.
6	safety	Error warning	Kullanmadan önce iyi kontrol etmek lazım bir de sistemleri. Bojileri frenleri... Sistem düzgün çalışıyor mu. Tren eşittir fren zaten. Geçen ben binmeden kontrol ettim baktım iptal etmişler. Yani binsem gitsem frene basacağım durmayacak. Önden bir sinyal kontrol alarm sistemi olması lazım. Uyarması lazım.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

7	ease of use	Reachability: reachable control units	Öncelikle lokomotifi idare ettiğimiz yer kumanda masası diye geçiyor. Bir kumanda masası her yerden ulaşılabilir olacak şekilde olmalı. Oturduğum yer sabit çünkü. Sabahtan akşama kadar o işi yapıyorsun. Rahat ve butonlara ulaşabileceğin şekilde olmalı. Bence en önemli unsur budur.
7	visibility	visibility of the locomotive's end points	Baktığımız zaman şimdi bizim makinelerde şu problem var. Biz genelde şöyle kolumuzu cama yaslayarak gideriz. Sol elde hareket şalteri olur hareket vermek veya fren atmak için kullandığınız kol olur. Şöyle iki tarafa da rahat gidebilmemiz için lokomotifin önü arkası eşit olması gerekiyor. Bizim lokolarda makinenin önü arkası simetrik olmadığı için önümü görebildiğim kadar arkamı göremiyorum. Anahata çıktığın zaman zaten düz yol gidiyorsun ama bunda bir ileri bir geri gittiğin için makinayı mühendislik açısından nasıl yapmışlar yani bilmiyorum ama.. Lokomotif çok kaba kübik bir yapı, zor görülüyor. Daha kıvrımlı olabilir. Bu sene bayağı sıkıntı yaşadık özellikle makinenin önü uzun kaldığında.
7	ease of use	Learnability: Compliance with the standards and usage stereotypes	Şimdi sürekli bir yer değiştirme mevzuu oluyor bizde. Gerçi alıştıktan sonra çok sorun olmuyor. Yeni arkadaşlardan yer değiştirenler var hala ama... Sağda bir koltuk sağda bir koltuk var bilirsin. Ana kumanda yardımcı kumanda. Dönerek hareket edebileceğin bir yer olsa iyi olur mesela. Çapraz masa değil de arkada olsa mesela.
7	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Ben üşendiğim için hiç hareket etmiyorum zaten. Sinyalleri görmek için koltuk değiştirmeye üşeniyorum. Geri dönüp bakmaya çalışıyorum. Ben alıştığım için de öyle olabilir. Bir süre sonra ezbere dayanıyor iş şu taşın orada sinyal vardı diyorsun oraya yavaş yaklaşıyorsun. Yani kalkıp da bir öbür masaya geçeyim sinyal var mıymış demiyorsun.
7	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Manevracılar genelde sağda oluyor vagonun sonunda bekliyor. Bu gerçi insandan insana da değişir çünkü burada makinadan ziyade kimle çalıştığın önemli ona güveniyorsan sinyale de bakmıyorsun. Başka biri olursa da sinyale bakıyorsun. Kural gereği ama tabi kalkıp öbür masaya gidip bakman lazım. Ama uyulduğunu da pek sanmıyorum. Ama çalışmayan bir insana şu anlattığımı anlamak insanın zor.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

7	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Yaptığımız iş tehlikeli şimdi arabalarda park sensörü oluyor ya bizimkilerde de olmalı. Vagonlara veya başka şeylere yaklaşırken iyi olur. Kör noktalar olabiliyor çünkü. Arkadaki adamı da görmek için. Şu an baktığımızda banliyö setlerimizde bile bin tane kamera var. Yolcudan dolayıdır belki ama bizim burada yaptığımız iş bir yolcu trenine göre daha tehlikeli. Bizde de olmalı. O tamponların ortasında veya şu sağ sol köşelerde olabilir. Görecek şekilde. Alçak olsa daha iyi olur. Zaten sen arkana önüne baktığında ileriye az çok görüyorsun. Ama tam dibini göremiyorsun. Adam bir giriyor araya diyorsun ne ara girdi. Nerde oturursan otur iki nokta da kör nokta. Bu manevra işlemlerinin hızlanması daha seri yapılması ve güvenli olması için bence kesinlikle böyle bir sistem şart.
7	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Normalde bu işin açıkçası kuralı şu sen gidiyorsun 1 metre kala duruyorsun sonra yavaş yavaş tampon yapıyorsun. Yavaşça gaz vererek. Ama işimiz çok yoğun olduğu için burada böyle bir seçeneğimiz yok. Bu işi böyle yaparsan 1 günlük iş 10 günde biter. Sen o arada durunca manevracı arkadaş vagonların arasına gelip ortadaki kancayı takıyor. Bizim sıkıntımız dayanırken geriye arkada araya manevracı arkadaş geliyor. Onu görmemiz lazım.
7	Comfort	Climatic comfort	Biz yanıyoruz arkadaşlar bahsetti mi bilmiyorum, yazın çok sıcak. Atıyorum bir fan ya da klima olabilir.
7	Visual Appeal	Technologic look	Daha kaliteli olması için kaliteli bir malzemeden yapılabilir. Işıklar spot tarzı olabilir. Bizimkilerin görüntü olarak yanından geçilmiyor. Daha teknolojik gösterse mesela daha iyi hissettirir.
7	ease of use	Understandability: simple and organized control units	Butonlar daha kendini belli eder olabilir. Orada bin tane tuş var, ama manevra yaparken sadece iki üç tanesini kullanıyorsunuz. Gerekli şeylerle gereksiz şeyler birbirinden ayrılabilir.
7	Comfort	Seating comfort	Rahat açıkçası güzel bir koltuk beni güvende hissettirir. Koltuk bir kere kesinlikle deri olmasın bir de yazın yapış yapış yapıyor, terletiyor.
7	visibility	general window view angles	İyi bir görüş açısı güvende hissettirebilir. Orada ortada bir baca oluyor mesela bazı yerleri göremiyorsun.
7	Comfort	Perceived spaciousness	Konfor için de masanın altı dar olmasın ayaklar sıkışmasın. Dizlerin geçtiği yerler girintili çıkıntılı olmasın.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

8	visibility	general window view angles	İyi bir görüş açısı için markiz lokomotifin ortasında olmalı. Böylece camlar da aynı açılarda gösterir. Ayrıca koltuk değiştirmek yerine ben dönerek bakmayı tercih ediyorum. Arka camlar, da ona göre daha görüş açılarına yönelik yerleştirilebilir.
8	visibility	visibility of the locomotive's end points	Aracın önünde arkasında vagon takılı olduğunda tamponları görmek daha zor oluyor tabi. Manevracı seni telsizden yönlendiriyor ama insan güvenemiyor kendisi de görmek istiyor. Adam gel diyor mesela diyor 5 metre var. Ama sana göre o aslında 2 metre oluyor değişiyor yani.
8	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Sinyalleri görüyor olmak lazım. Hareket ederken seni sinyaller yönlendiriyor. Kırmızı yanarsa durup yeşilin yanmasını bekliyorsun. Kırmızıda geçersen araba gibi kaza yaparsın.
8	ease of use	Reachability: reachable control units	Kumanda masası önemli sonra. Her yerden ulaşılabilecek olmalı. Ani bir durumda acil durum tuşu elimin altında olmalı. Sık sık kullanıyoruz. Bazen fren yerine direk ona basıyoruz. Ani bir şey oluyor göremiyorsun. Ne olur ne olmaz hemen basıveriyorsun acil butonuna. Hemen elinin altında olmalı o yüzden.
8	Comfort	Seating comfort	Rahat bir koltuk güvende dolayısıyla da konforlu hissetmeni sağlar. Oturduğun yer batıyorsa yani işine odaklanamazsın eğilip büküleceğim derken önüne bakamazsın bu sefer de kaza yaparsın.
8	Comfort	Climatic comfort	Ayrı ayrı bir havalandırma sistemi ve ısıtıcı olması lazım. Lokomotif dış mekânda olduğu için camlardan kapılardan sürekli sıcak soğuk içeri giriyor. Kışın klima yerine ısıtıcı olmasını tercih ediyoruz. Klima çünkü temiz hava üflemiyor. Sağlıklı değil.
8	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Pis bir de arkadaşım. Yani ıslak mendil taşıyorum artık yanımda bindiğimde ilk iş önce bir masayı siliyorum. Yer desen yağ içinde ona yapacak bir şey yok.
8	Comfort	Acoustic comfort	En çok rahatsız edeni de çok gürültülü olması. Makinenin gürültüsü geliyor. Frene basıyorsun gürültü. Dışarıdan gürültü geliyor, bir yandan telsizi duymaya çalışıyorsun. Biri kornaya basıyor biri aşağıdan bağırıyor. Günün sonunda kafam artık iyice şişiyor, evde sessizlik arıyorum.
9	Visual Appeal	General visual appeal	Valla görsellik olması lazım.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

9	ease of use	Understandability: simple and organized control units	Göstergeler... Hani buton yerine daha pratik şeyler. Bir panel olabilir. Yağdır şudur budur hepsini aynı anda gösteren.
9	Comfort	Seating comfort	Başka Koltuklar konforlu olabilir..
9	Comfort	Climatic comfort	Isıtıcılar klimalar falan söylüyor muyuz onları da?
9	visibility	general window view angles	Aynalar var mı sizinkinde? Görüş açıları önemli çünkü. Aynalar daha da arttırabilir. Çoğunda yok zaten de. Dediğim gibi görüş açısı daha iyi olursa... Sağ tarafını göremiyorsun camdan sarkmak zorunda kalıyorsun. Ayna otobüslerdeki gibi biraz daha yüksek olabilir. Ön tarafı görmeyi engellememesi için...
9	Visual Appeal	Worn out look	Bizim çok eski makinalar. Hani bindin mi bir makine mı kullanıyorsun yoksa eski püskü lokomotifle alakası olmayan bir şey mi kullanıyorsun..
9	ease of use	Practicality: Enabling operation in lesser steps	Hani teknolojiye yönelik göstergeli olabilir. Bir tuşuyla marş yapıyorsundur. Daha pratik bir şey olabilir. Sadece bir tuşa basarak marş alabilir.
9	ease of use	Reachability: reachable control units	Her şeyin elimin altında olmasını isterim.
9	Visual Appeal	Color usage and Clean look	Renk seçimi bile değiştirebilir. Daha böyle canlı güzel renkler kullanılabilir. Bizimkilerin her yeri boğuk gri. Siyahımsı... Mesela geçen turuncu bir makine gördüm daha psikolojik olarak iyi hissettiriyor. Koltuğu masası falan. Tertemiz... Böyle siyah değil de... Açık bir renk olabilir.
9	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Bizim makinalar bir de çok pis. Hiç temizlenmiyor ki. Alan ıslak mendil alıyor eline gaz kolu freni mreni siliyorsun. Kül tablası çöp falan olabilir makinayı kirletmeyecek... Ya dışarı fırlatacaksın, ama o da iyi bir şey değil.
9	visibility	visibility of the locomotive's end points	Önü arkası motor kompartımanları çok büyük. Ucunu dibini görmem zor. Onlar düzeltilebilir.
9	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Yola atlayan gelen geçen var mı bakmak lazım. Yoksa ölümle sonuçlanabilir.
9	safety	Safety in case of a crash: seat belt	Daha güvende hissetmek için emniyet kemeri olabilir. Her bindiğimde takmam ama acil bir durum olduğunda diyelim karşıdan bir makinenin fren tutmadı kaçtı geliyor üstüne, o zaman hemen takarsın.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

9	Comfort	Seating comfort	Koltuk çok sabit sağa sola dönebilse yaylansa esnese daha konforlu olur. En azından 45 derece dönse kâfi olur. Pratik bir şekilde hiç koltuktan kalkmadan. Ama şimdi koltuk nerede olacak? Cama yakınsa zaten 180 derece dönemezsin. Soldan döner belki. Bildiğin tırmanıyorsun koltuğa bir rahatlığı yok.
9	visibility	general window view angles	Biraz daha yüksek olabilir görmek için...
9	Comfort	Elbow comfort - armrest for the window	Yandan çıktığında yaslanacak yer konforlu olsa daha iyi olur.
9	Comfort	Climatic comfort	Isıtıcılar klimalar daha kaliteli olabilir. Bozuldu mu uzun süre tamir edilmiyor, olan bize oluyor.
9	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Bizim makineler çok pis. Temizleyen eden yok. Eline ıslak mendil alan sağını solunu siliyor. Bir çöp kutusu kül tablası falan olabilir.
9	Comfort	Perceived spaciousness	İçerisi rahat ve ferah olsun. Tüm gün küçücük alanda durmak zorunda kalıyoruz, bir de sıkışık olunca hiç çekilmiyor.
9	Comfort	Acoustic comfort	Makine gürültülü çalışıyor. Ses yalıtımı olsa güzel olurdu.
9	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Eski püskü bir şey zaten ne güvenliği olabilir ki? Daha yeni olsa daha güvende hissettirebilir.
10	visibility	general window view angles	Şimdi en önemlisi zaten görüş açıları. Ön, yan, arka camları tamponlara giderken büyük olmalı. Daha rahat görmemiz lazım
10	visibility	visibility of the locomotive's end points	Arkasını önünü net görmem lazım. Önü arkası hep kutu gibi şimdiki 11000'liklerin daha oval veya küçük olabilir. Önünü göremiyorsun mesela hiç. Görüş alanı önemli. Aynı şekilde arkası önü eşit olmalı. Fren önemli.
10	visibility	night-time lighting	Gece manevra yaparken ışıklar projektörler önemli. Arkadaki manevracının gözünü de almamalı ışıklar. Adam diyor mesela kapat ışıkları göremiyorum diyor. Manevracı için de daha rahat olur.
10	visibility	visibility of the railway signals, other carriages and people	Arada bir ayağa kalkıyoruz aracın etrafını, manevracıyı falan görebilmek için.
10	ease of use	Reachability: reachable control units	Oturduğumuz yer masaya yan cama daha yakın olursa daha rahat erişiriz sağa sola.

Table C.1 Stage 2 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

10	Comfort	Seating comfort	Konfor deyince koltuk zaten, koltuklar daha konforlu olabilir. Koltuk bir de oynar başlıklı olursa daha rahat döneriz. Oturduğumuz yer biraz daha rahat olursa daha güzel olur.
10	ease of use	Reachability: reachable control units	Her şeyin elimin altında olması lazım tabi bir de konforlu olması için. Daha yakın olması lazım şeylere. Diğer kabinin de aynı şekilde. Ayağa kalktığımız falan oluyor mesela, her şey elimin altında olsa daha iyi olur. Valla şimdi aklıma bunlar geliyor.
10	Comfort	Elbow comfort - armrest for the window	Yan camın kenarında da sünger falan bir şey konabilir. Dirseğimiz falan mahvoluyor kolumuzu dayadığımızda.
10	Visual Appeal	Simple and organized look	Daha sade otomobil gibi olsa... Direk girdiğimizde rahat bir şekilde oturabilsek. Karmakarışık değil de araç gibi olsa. Kalabalık olmasına gerek yok zaten yeterince... Orta bölmede bayağı bir alanımız var bir sürü saçma sapan şeyler var. Gereksiz şeyler... Az olsun öz olsun daha iyi.
10	safety	Safety in case of a crash: Hard surfaces, sharp corners and metallic look	Emniyet kemeri falan olsa ama o da takılmaz ki ya. Şey olsa belki Ön taraf masanın üstü altı sünger münger bir şey olsa çarptığımızda daha yumuşak olsa dizimizi falan çarptığımızda iyi olabilir.
10	Comfort	Climatic comfort	Her taraf metal olunca yazın tabi çabuk ısınıyor, ısıyı içinde tutuyor. Klima ve yalıtım olması önemli.
10	Comfort	Perceived cleanness of the cabin	Her yer yağ olduğu için insan huzursuz hissediyor. Sürekli bir bezle, peçeteyle silmek istiyor. Motor yağı oluyor. Makineden sığıyor. Usta döküyor. Biz de kundura falan giydiğimizde sıkıntı oluyor. Merdivenden çıkınca hani biraz yürüyorsunuz da orası yağlanıyor.
10	Comfort	Additional/Deluxe features: Place for belongings	Defterimiz var bir tane günlük onu koymak için bir yerimiz olsa temiz 10 -15 cm'lik bir yer olabilir. Askı olabilir elbisemizi montumuzu asabilmemiz için. Onlar genelde olmuyor. Çay yeri olabilir.

APPENDIX D

STAGE 4 - CONSENT FORM (TURKISH)

ARAŞTIRMAYA GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu araştırma, ODTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü yüksek lisans öğrencisi ve Aselsan çalışanı Oğuzhan Topçuoğlu tarafından Yrd. Doç. Dr. Gülşen Töre Yargın danışmanlığındaki yüksek lisans tezi ve Aselsan manevra lokomotif projesi kapsamında yürütülmektedir. Bu form sizi araştırma koşulları hakkında bilgilendirmek için hazırlanmıştır.

Çalışmanın Amacı Nedir? Sizin için tasarladığımız yeni nesil manevra lokomotif sürücü kabininde sanal gerçeklik ile kullanıcı değerlendirmesi yapmak ve bu sürecin verimini ölçmektir.

Bize Nasıl Yardımcı Olmanızı İsteyeceğiz? Araştırmaya katılmayı kabul ederseniz, yaklaşık olarak 30-40 dakika sürmesi beklenen bu röportajda sizlere bir dizi soru yöneltilecek ve bu sorulara verdiğiniz cevapların nedenleri sorgulanacaktır. Daha sonra içeriğin değerlendirilebilmesi için cevaplarınız ses kaydına alınacaktır.

Sizden Topladığımız Bilgileri Nasıl Kullanacağız? Araştırmaya katılımınız tamamen gönüllülük temelinde olmalıdır. Ankette, sizden kimlik veya kurum belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplarınız tamamıyla gizli tutulacak, sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Katılımcılardan elde edilecek bilgiler toplu halde değerlendirilecek, milli manevra lokomotif tasarımıımıza katkı sağlamanın yanı sıra bilimsel yayınlarda kullanılacaktır. Sağladığınız veriler gönüllü katılım formlarında toplanan kimlik bilgileri ile eşleştirilmeyecektir.

Katılımınızla ilgili bilmeniz gerekenler: Röportaj, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular veya uygulamalar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz röportajı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Böyle bir durumda çalışmayı uygulayan kişiye çalışmadan çıkmak istediğinizi söylemek yeterli olacaktır.

Araştırmayla ilgili daha fazla bilgi almak isterseniz: Bu çalışmaya katıldığınız için şimdiden teşekkür ederiz. Araştırma hakkında daha fazla bilgi almak için ODTÜ Endüstri Ürünleri Tasarımı Bölümü öğretim üyelerinden Yrd. Doç. Dr. Gülşen Töre Yargın (tore@metu.edu.tr) ya da yüksek lisans öğrencisi ve Aselsan çalışanı Oğuzhan Topçuoğlu (otopcuoglu@aselsan.com.tr) ile iletişim kurabilirsiniz.

Yukarıdaki bilgileri okudum ve bu çalışmaya tamamen gönüllü olarak katılıyorum.

(Formu doldurup imzaladıktan sonra uygulayıcıya geri veriniz).

İsim Soyad

Tarih

İmza

----/----/----

APPENDIX E

STAGE 4 - INTERVIEW QUESTIONS (TURKISH)

Aşağıda okuyacağım sorular ile 3 temel şeyi hedeflemekteyiz:

- 1) Size okuyacağım maddeler bir manevra lokomotifi tasarımının iyi olması için ne kadar önemli?
- 2) İncelediğiniz tasarımda ne kadar başarılı uygulanmış?
- 3) Bu maddeleri VR (sanal gerçeklik) ile ne kadar verimli değerlendirebiliyorsunuz?

VISIBILITY

- 1) Aracın görüş açılarının iyi olması ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda aracın görüş açıları hakkında iyi veya kötü olan neler var?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

- a. Lokomotifin uç noktalarının görülebilirliği ne kadar önemli?

ÇOK ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda ne kadar iyi, neden?

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz, neden?

.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

b. Lokomotif alanının çevresinde bulunan vagon, sinyal vb.

unsurların görüş açılarının iyi olması ne kadar önemli?

ÇOK ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu unsurları bu tasarımda rahat görmenizi sağlayan veya engelleyen neler var, neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

EASE OF USE

1) Aracın genel anlamda kolay kullanılabilir olması sizce ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu araçta size kolay veya zor kullanılabilir olduğunu düşündüren neler görüyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

a. **Kontrollere erişim kolaylığı sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda etkileşimde bulunmanız gereken unsurlara erişim kolaylığınız hakkında ne düşünüyorsunuz?

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

b. **Kontrol masasının kolay anlaşılabilir şekilde organize edilmesi sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımdaki konsol organizasyonu hakkında ne düşünüyorsunuz?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

c. **Kontrol masasının kolay öğrenilebilir veya alışılabilir şekilde organize edilmesi sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımdaki öğrenilebilirlik veya alışılabilirlik hakkında ne düşünüyorsunuz?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

COMFORT

1) Kabin içindeki genel konfor ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda sizi genel anlamda konforlu veya konforsuz hissettirecek ne gibi unsurlar gözlemliyorsunuz?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

a. Kabin içindeki ferahlık hissi sizce ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda genel iç mekanı ve oturma alanını ferah buluyor musunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....

.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

b. **Kabin içinin kolay temizlenebilir olması sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda temizlik konusunda sıkıntı veya kolaylık yaratabilecek durumlar gözlemliyor musunuz?

.....
.....
.....
.....
.....

Kolay temizlenebilir olması açısından puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

SAFETY

1) **Kabinin güvenlik hissi vermesi sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda kendinizi güvende veya tehlikede hissettiren unsurlar var mı?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Kabinin güvenliğıne puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

- a. **Kabin içindeki yüzeylerin bir çarpma anında kişiye zarar vermeyecek şekilde görünmesi sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda sizi güvende hissettirmeyen yüzeyler veya detaylar var mı?

.....
.....
.....
.....
.....

Yüzeylerin güvenliğıne puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

- b. **Manevracı ile olan iletişim kolaylığı sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda iletişiminizi kolaylaştıracak veya zorlaştıracak unsurlar var mı?

.....
.....
.....

.....
.....

İletişim kolaylığına puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

VISUAL APPEAL

1) Kabin içini görsel olarak beğenmeniz ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Bu tasarımda görsel anlamda beğenmediğiniz veya beğendiğiniz neler var?

.....
.....
.....
.....
.....

Görsel beğeniye hitabına göre puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

a. **Kabin içinin sade görünmesi sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımda size sade veya karmaşık gözüken unsurlar nelerdir?

.....

.....

.....

.....

Sadelğe puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

b. **Kabin içinin teknolojik görünmesi sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarım size teknolojik hissettiriyor mu, neden?

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

c. **Kabin içindeki renk kullanımı sizce ne kadar önemli?**

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımdaki renk kullanımı hakkında ne düşünüyorsunuz?

.....
.....
.....
.....
.....

Renk kullanımına puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

Puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

PERCEIVED QUALITY OF CONTROLS AND DISPLAYS

1) Kabindeki kontrol ve ekranların kaliteli olması ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımdaki kontrol masasında size kaliteli veya kalitesiz hissettiren neler var?

.....
.....
.....
.....
.....

puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....
.....
.....
.....
.....

puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

2) Kabindeki kontrol ve ekranların sağlam olması ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımdaki kontrol masasında size sağlam hissettiren veya hissettirmeyen neler var?

.....

.....

.....

.....

.....

puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

3) Kabindeki kontrol ve ekranların güvenilir olması ne kadar önemli?

ÇOK DA ÖNEMLİ DEĞİL 1 2 3 4 5 ÇOK ÖNEMLİ

Bu tasarımdaki kontrol masasında size güvenilir hissettiren veya hissettirmeyen neler var?

.....

.....

.....

.....

.....

puan verecek olursanız:

ÇOK KÖTÜ 1 2 3 4 5 ÇOK İYİ

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz? Neden?

.....

.....

.....

.....

.....

puan verecek olursanız:

ÇOK ZOR 1 2 3 4 5 ÇOK RAHAT

APPENDIX F

STAGE 4 - RAW INTERVIEW DATA (TURKISH)

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish)

User no	Dimension	Açıklama	Raw data
1	Realistic Experience	Görüş açılarının gerçek perspektifte algılanması => Görüşe engel olan objelerin saptanması	Görüş açısı çok önemli buna 5 diyelim. Sadece sağ tarafımızı kumanda ettiğimiz taraftaki istikameti görüyoruz. En azından hattın diğer kısmı da görüş açısı içinde olsa iyi olur. Bana göre sağ ray diyelim. Sol rayı göremiyorum, o yüzden görüş açısı biraz daha zayıf. Sol tarafında kamera var ama bu destekleyici bir şey olmuş. ama dikkat dağıtıcı da olabilir. hem gerçek ortama bakmak hem de dijital ekrana bakmak çelişki yaratabilir. Manevra lokomotiflerinde direk alanı görsen daha iyi olur. ama o da destekleyici bir katkısı olmaz mı tabi olur.
1	3D movement ability in space	hangi uzay konumundaki görüş açısının daha iyi olduğunu bildirebilmesi	Valla tabi gerçek ortamda olsa daha farklı olacak da şuan için şey yani bu da fena değil. Gerçek ortamda belki biraz koltuk ayarı ile düzeltilebilir, üst açıdan bakması sağlanabilir. (-oturduğunuz koltuğu yükseltebilirsiniz) haa evet biraz daha iyi gibi oldu şimdi.
1	lack of VR	Aracı çalıştırma ve yürütme ihtiyacı	Tabi çalışma esnasında da dikkat etmek bakmak lazım.
1	possibility to compare with existent vehicle	Diğer araçlarla kıyaslayabilm e imkanı	D11000likler de gerçi böyle ama onda sanırım koltuk biraz daha yukarda duruyor. Bunların sorunları biraz benzer tabi genelde manevra lokomotifleri birbirine benziyor. Onun görüş açısı daha fazla gibiydi.
1	Realistic Experience	Uzunluk ölçülerini algılayabilme, tahmin edebilme	onun bir taraf burnu daha kısa bunda tam eşit şekilde herhalde. Biraz daha kabin yukarda. daha da yukarda iyi olur ama tabi gabariyi kurtarır mı ya da kompartıman aşağıya inse ama onu da içindeki motorlar kurtarır mı kurtarmaz herhalde bilmiyorum.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	Discomforts of VR	Sanal görüntünün gözü yorması	Buradaki görüntüde görüntü tabi gözü yoruyor biraz.
1	doubts of VR	Sanala ek olarak gerçekte de deneyimleme ihtiyacı	Bu rada da gözüküyor ama.. Gerçek ortamda tabi içerideki o kabin havasını çıplak gözle görmek daha kolay anlaşılır tabi. Gözlükle test edebilme 3 diyelim.
1	3D movement ability in space	konum değiştirerek görüş artırma imkanı, hangi yönelmede görüşün arttığının test edilebilmesi)	Lokomotifin dış görülebilirliği önemi 5. iş güvenliği açısından.. Çünkü yaşadığımız olaylar oluyor. Görüş açımızın dışında olduğunda mevzuatımız gereği sorumlu tutulabiliyoruz. Niye görmedin görmek zorundasın diyorlar. Hadiseye göre büyük veya küçük cezalar alabiliyorsun. Bu tasarımda uçların görülebilirliğine 3 diyelim. Bu manevra araçlarında anca kafayı çıkarırsan sağdan görebiliyorsun.
1	doubts of VR	ölçü konusunda VR yanıltıcı olabilir mi kuşkusu	Gerçekle göz olsa tabi birebir görmüş olsak.. Ölçüler burada gerçeğe yansıyan şeylerle birebir mi? Sanal gözlüğün biraz yanıltıcı payı olur gibi hissediyorum, gerçek olmadığını biliyorum sonuçta, sadece sanal bir taklit. Gerçeklikle orantısız diyecek olursak 3 diyelim.
1	Realistic Experience doubts of VR	Görüş açlarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi Sanala ek olarak gerçekte de deneyimleme ihtiyacı	Şuanda buradan çok rahat görüyorum sinyalleri. Burada sağda rayın kenarında cüce sinyal var bir de direklerde sinyaller var. Bizde ama sadece cüceler var. Yüksekler yok. Sahada da böyle çalışıyor olsak iyi. Sinyal ve vagonların görülebilirliğine 5 diyelim. Gözlükle gerçekçi sayılır ama sanal ortam olduğu fark ediliyor ama gözüküyor sinyaller buna da 4 diyelim.
	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Tasarım olarak kumanda masası gayet iyi görülüyor. Herhangi bir sorun yok. Kumanda masası olarak gayet iyi.
1	lack of VR	Gözlük çözünürlüğünün küçük unsurlar için yeterli olmaması	Bu gözlükle biraz tam okumakta zorlanıyorum ama yakından bakınca güzelmış ya sade. Şu ekran kısımları biraz yüksek olmuş gibi. Biraz daha şu manometreler başka bir yere konabilirdi. Görüşü daraltıyor gibi.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	lack of VR	Aracı çalıştırma ve yürütme ihtiyacı	Pratikteki işleyişle bakmıyorum tabi ama sadece buradan baktığımda 4 diyelim. Rahat bir kullanım varmış gibi görülüyor. Buradan kumanda ettiğimizde biz gerçekte sahada çalışırken fren atıyorsun ama fren lokodan lokoya değişiyor. Hareket etmesi durması. gaz açtığına yürümesi.. bazıları çabuk yürüyor bazıları geç yürüyor. şimdi burada hiç denemedim o yüzden yürümeyince bir şey diyemiyorum.. fren gücüdür cer gücüdür bilmiyorum. ama buradaki aksam olarak beğendim.
1	Realistic Experience	Erişilebilirliğin rahatça test edilmesi	Kontrollere erişim derecesi 5 diyelim. Gayet iyi yani kumanda şeyi iyi. Erişebiliyorum. Tamamen her şey elimizin altında. Öyle makinistten uzak bir şey yok CER için önemli şeylerden. Birinci öncelikler onlar. Biz harekete CER diyoruz da şey yapıyorsunuz herhalde. Ama valla hemen erişilebilir gibi geliyor ellerimle. Ellerimle uzandığımda erişebiliyorum.
1	doubts of VR	Sanala ek olarak gerçekte de deneyimleme ihtiyacı	Düzenekle test edebilmeye 4 diyelim. Ne yapsan tabi sanal ortam ya şey yapmıyor.
1	3D movement ability in space	Sanal el ile göstererek kendini ifade edebilme.	konsol organizasyonu 4. Konsol organizasyonu çok güzel sadece yukardaki havalı manometreler var onları iki ekranın arasına bir yere koyabilsek daha iyi olabilirmiş. (elleriyle ekranların arasını gösteriyor)
1	First VR experience	İlk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılik çekme	konsol organizasyonunu gözlük ve eldekilerle.. İlk kez böyle bir sistemle denediğim için tam şey yapamıyorum 3 diyelim.
1	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Öğrenilebilirliğine 5 diyelim. Oturup hemen kullanabilirim. Kolay alışabilirim.
1	doubts of VR	Sanala ek olarak gerçekte de deneyimleme ihtiyacı	gözlükle ekran olduğu besbelli yeteri kadar şey yapamıyorum. Alışmışız çıplak gözle olmuyor ya 4 diyelim ama gözlükle değerlendirmeye.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	Realistic Experience 3D movement ability in space	Uzunluk ölçülerini algılayabilme, tahmin edebilme Sanal el ile göstererek kendini ifade edebilme.	Kabin içindeki genel konfor bizim için önemli, 5 diyelim. Kumanda panellerinin masasının yerleştirmesini falan begendim. Yalnız biraz daha iç kabin dar gibi geliyor. Şu iki kumandanın arası dar gibi yani biraz. (eliyle gösteriyor iki dolap arasını) Ama çok da şey değil ayağa kalkınca. bunu da beğenmiş olalım. 4 diyelim.
1	Realistic Experience doubts of VR	Uzunluk ölçülerini algılayabilme, tahmin edebilme ölçü konusunda VR yanıltıcı olabilir mi kuşkusu	Gözlükle şu iki mesafeyi tam.. Bir insan zor geçer gibi dar hissettiriyor. Gözlükten dolayı biraz yanıltma payı da olabilir gibi geliyor ama. İç mekan ve oturma alanını ferah buluyorum. Oturduğum alan ferah normal yani.. İhtiyaca cevap veriyor. Sadece iki kabin arası sıkışık gibi biraz. 4 diyelim puana.
1	doubts of VR First VR experience	ölçü konusunda VR yanıltıcı olabilir mi kuşkusu İlk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılik çekme	Bu ferahlığı gözlükle 4 diyelim. Dar mı geniş mi olduğu az çok anlaşılıyor ama sanalla gerçeğin arası farklı neticede sanal ortam. Biraz bana gerçekçi değilmiş gibi geliyor. Dijital ortam. Böyle alışlagelmişliğin dışına çıkmak tam şey yapmıyor.
1	A good presentation on medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Temizlik önemli tabi ona 5 diyelim. Bu tasarımda temizlik açısından sıkıntı yaratacak bir şey görmüyorum. Yer olsun masa olsun girinti çıkıntı yok yüzeyler düzgün. Pürüzlü bir yüzey yok direk paspasla kolaylıkla temizlenebilir. Buna 5 diyelim. Gözlükle görebildiğim kadarıyla anlıyorum. pürüz çıkıntı yok. Aşağıda merdivenin olduğu yerde de bir eşik olduğu için toz atmak kolay olur.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	Realistic Experience doubts of VR	Uzunluk ölçülerini algılayabilme, tahmin edebilme ölçü konusunda VR yanıltıcı olabilir mi kuşkusu	Güvenlik önemi 5. Şuanda kabin güvenli hissettiriyor. Kabinin herhangi kaza anında ortada olması önemli bir şey. Bu boylar eşit değil mi? Evet. Fena değil beğendim. Güvenlik açısından rahat test ediyorum ya 5.
1	3D movement ability in space	Tasarımın içinde bulunması tehlike senaryolarını tahmin etmesini kolaylaştırıyor.	Koltuklar iyi gibi kemer yok herhalde ama kimse de takan yok zaten bizde. Ama kaza anında düşünecek olursak Sert çarpma ister istemez göğüs şuradaki kumanda masasına gelecek. Kafa şuradaki ekranlara doğru gelecek. (vücudunu hareket ettirerek anlatıyor) İster istemez olumsuz bir durum olur. Mevcuta göre değerlendiriyorum tabi o zaman 4 diyebiliriz. her zaman daha güvenli olabilir çünkü. Gözlüğe de 3 diyelim test edebilme açısından, kazayı yine de bir yaşamak lazım.
1	lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı	Manevracı ile iletişimi zorlaştıracak bir durum yok burada. Genelde telsizden anlaşılır. İletişim konusunda telsiz olduğu sürece işimi zorlaştıracak bir şey yok. Telsiz var mikrofon var önümde. Onun olması tabi daha da iyi olmuş kolaylaştırır. Peki onu nasıl kullanıyoruz? aşağıdaki pedala basınca mı? 5 diyelim. Eldeki düzeneikle test etme kolaylığına 4 diyelim. Burada el yordamıyla yoklayıp deneme imkanımız yok. Orada varmış gibi görünüyor ama.. Birebir test edip ellemek lazım. Onun ne kadar bükülüp bükülemediğine bakmak lazım.
1	Visual appeal	VR ortamın tertemiz ve 0 makine olarak algılanması	İç tasarımı beğenmek ne kadar önemli 5. Genel hatlarıyla beğendim bunu. Tabi burada 0 makine olarak gözüktüğü için o da tabi cezbettiriyor. Temiz olması böyle temiz görünmesi güzel duruyor. 0 yeni arabaya binmekle eski arabaya binmek gibi bir durum gibi. Araç şimdi yeni ve temiz gözüküyor ama böyle kalmayacak tabii. Makinistler bir kullanmaya başladı mı toz, kir, yağ içinde kalacak. Beyaz duvarlar grileşecek, parlak yerler çamur içinde kalacak.
1	lack of VR	Bazı konuları zaman içinde gözlemleyerek test etme ihtiyacı	zaman içinde çalıştıkça ne hissettirir yıpranma nasıl olur çabuk dökülür mü arızaya geçer mi?.. Görsel beğeniye göre 4 diyelim. görsel hitabının testine 4 diyelim.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	First VR experience	ilk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılik çekme	gözlüğün vermiş olduğu şeyden dolayı psikolojisinden mi diyelim ne diyelim algılama tam olmuyor gibi. Gözlükle algılama ancak o kadar oluyor diyelim.
1	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi (gaz ve fren kolunun aynı olduğunu hemen algılayabiliyor)	Kabinin sade olmasını her zaman şey yapıyoruz. Önemi 5 diyelim. Yön konumu gayet net işte gaz ve fren ikisinin birbiri ile aynı kol üzerinde olması. Diğerlerinde gaz ayrı fren ayrı. Bu yeni olanlarda gazla fren aynı. Bu iyi bir durum. Gaz ve frenin ayrı olması bizim için bir sadelik göstergesi. Gereksiz tuş panelleri falan yok. Sadeliğe 4 diyelim. Daha sade olabilir. Mesela burada fren aktif var nedir bu tuş çözemedim burada önceden görmediğim bilmediğim bazı tuşlar var(yeni teknoloji eklemeler)
1	lack of VR	Gözlük çözünürlüğünün küçük unsurlar için yeterli olmaması	Çok yakına gözlükle eğilince anlaşılıyor yazılar uzaktan oturduğun yerden çok gözükmüyor. Gözlükle 3 diyelim.
1	lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı	teknolojik görünmesine 4 diyelim. Mevcuta göre burada teknolojik hissettiriyor. Gözlükle biraz eksik bırakıyor. Bilgisayarı kullanacak olmuş olsam bu şekilde zor olur buradaki ekran çalışmış olduğunda. Teknolojikliği rahat test edebilmeye 3 diyelim. (-Daha teknolojik görülmesini engelleyen nedir?) Dizayn açısından işte şu manometreler falan. (-eski mi gözüktüyor?) yok eskiden ziyade konum yerleşim bakımından...
1	Visual appeal doubts of VR	VR ortamın tertemiz ve 0 makine olarak algılanması Sanala ek olarak gerçekte de deneyimleme ihtiyacı	Kabin içindeki renk kullanımı kişiden kişiye değişir ama burada gayet iyi açık renk, temiz gözüktüyor. Bizi cezbeden olumlu puan vermemize sebebiyet tabi biraz da lokomotifin yeni 0 temiz araç olması. Burada Gayet temiz ve şık duruyor. 5 diyebilirim burada. Gözlükle çok rahat şey edemiyorum da gözlüğün uyandırdığı kanaat açık renk gözüktüyor. Gözlüğün işte dediğim gibi bazı dezavantajları var ama renk açısından bir dezavantajı yok. 4 diyelim gözlükle gözlüğün eksi puanı olsun oradan.
1	lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı	Kontrol ekranlarının kaliteli olması 5 diyelim. Bu tasarımda gözlükle tam net dijital ekranı açma okuma şeyim olmadı buna bir şey diyemem. Buna 2 diyelim.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

1	lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı Gözlük çözünürlüğün ün küçük unsurlar için yeterli olmaması	Kontrol ekranların sağlam olması ne kadar önemli 5 diyelim. Sağlam olmalı tabi. Ekranı ekran bilgilerini okuyamadığım için değerlendirme yapamıyorum ekran bilgileri falan. Oradan gelen bilgilerin netliğine görürlüğüne 3 diyelim. Gözlükle de tam iyi test edemiyorum buna da 3 diyelim. Bilgiler gelen ekran küçüldükçe gözlük biraz daha çözünürlüğü zayıf hissettiriyor.
1	lack of VR	Dokunarak algılama ihtiyacı	Güvenilir olması yapılan malzemenin zamanla çok çabuk arıza yapmaması lazım. Tasarımdaki güvenilirliğe 4 diyelim. Test edilmemiş dokunamadığım noktalar var o kanaati veriyor. Gözlükle de çok rahat değil testi anca 3 diyelim. Çıplak gözle bakmak gibi olmuyor. Malzeme kalitesini falan dokunarak bazı şeyleri hissetmek gerekiyor. Bazı algılamalar da dokunma hissi ile olabiliyor.
1		Keyifli deneyim	Valla eğlendik iyi değişik bir ortam.
2	Realistic Experience	Görüş açlarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi (nelerin engel olduğunun algılanabilmesi)	Şuanda sadece makinanın sağını görüyorum. Makinanın ön tampon kısmını sol kısmını göremiyorum doğal olarak. Ama şurada kamera var o ön taraf sanırım.
2	3D movement ability in space	Kafayı çevirme imkanı ile neyin görüş- algılama alanının dışında kaldığının test edilmesi	O mesela biraz daha büyük olabilir. Yani aynı arabadaki gibi ayna gibi olması lazım. Kafamı çevirmeden göz ucumla bakabilmem lazım. biraz daha şöyle ortaya doğru olabilir.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

2	360 degree sightview 3D movement ability in space	Araştırmacı kullanıcının nereye baktığını ve o alanda neleri görebildiğini onun gözünden görebilir 3D uzayda hareket ederek test edebilme	Biz manevradayken şöyle kalkıp öne bakardık. Ben böyle yapıyorum(ayağa kalkıyor) ama sen benim nereye baktığımı falan orada görebiliyor musun? (- evet) hah iyi. Ona rağmen sınırlı yerleri görebiliyorsun yani. Burada makinanın şu bacasını biraz daha görüş açısı açısından yeri değiştirilebilir. baca olmasa? Ama motor var orada.. gerçi eskilerde daha camın bitişiğinde o daha çok engelliyor. Neyse bu iyi.
2	Realistic Experience	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Ben şimdi kamera olunca önümü de sağımı da solumu da görüyorum. Görüş açılarına genel olarak 4 diyelim. Sanal gözlükle gayet iyi algılayabiliyorum. Yani normal şeyden bir farkı yok. Çok rahat anlaşılıyor. 5.
2	possibility to compare with existent vehicle	Görüş açılarını karşılaştırabilme	Lokomotifin uç noktalarının yani tampon bölgesinin görülmesi önemli 5. bu tasarımda kötü çünkü göremiyorum (-peki sizin 11000'likte görebiliyor muydunuz?) yok onda da göremiyorum. Genelle kıyaslayacak olursak onda da kötü bunda da kötü. Ondan puanım 1 ama kamera var onunla beraber 4 olabilir.
2	doubts of VR	Sanala ek olarak gerçekte de deneyimleme ihtiyacı	VR ile test edebiliyorum. İyi yani gözüküyor hepsi neyin nerde olduğu. Ama gerçekte de görsem daha iyi olur.
2	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Vagon sinyal vb. görülebilmesi çok önemli. Bu çevrede yok ama kar yağdığında biriktiğinde tipi olduğunda veya şu yerdeki otlar büyüdüğünde cüce sinyallerin önünü kapatıyor. Şimdiki ortamda hava güneşli herhangi bir sıkıntı yok. Ama genel anlamda ortam iyiye görülebilirlik rahat 5. Yani ben şimdi makinanın tasarımına göre söylüyorum öyle mi hava koşullarına göre demiyorum? Bir de şurada şu kolon var ya ön camla yanın arasında aynı arabadaki gibi sınırıyor gözü. Yani şuandaki makinadan çok iyi ama daha iyi olması için söylüyorum. İncecik olsa... Öncekine kıyasla iyi ama.
2	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde	Gözlük ile gayet rahat güzel test ediyorum. Yani herhangi bir sıkıntı benim görmemi engelleyecek bir şey yok. Gözümün önünde işte.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

		yorum yapılabilmesi	
2	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Kolay kullanılabilirlik çok önemli, bu tasarımda şunlar ileri geri sanırım bu gaz kolumuz şu makine freni şu acil fren... Şimdi gayet kolay güzel gözüküyor. Benim için önemli olan yani fren, korna, gaz. Kullanılabilirlik 5. Yani dizaynı güzel. Şu hız sabitleyiciyi kim düşündüyse iyi olmuş. Hiç aklıma gelmemişti. Güzel düşünülmüş.
2	Realistic Experience	Uzunluk ölçülerini algılayabilme, tahmin edebilme	Ama şu arası sanki çok mu açık, şurası kaç santim mesela 45 - 50 cm mi? (-o civar bir şey)
2	First VR experience	ilk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılaşma (garipseme)	Yani sanalla gerçek bir olur mu bilmiyorum ama.. Ben bu arada sanalı ilk defa takıyorum. O yüzden biraz da şaşırıyorum. Ama gayet başarılı ya bence çok güzel. Yani gerçek gibi bir farkı yok, hayret.. Bence 5 çok iyi ya..
2	Realistic Experience	Erişilebilirliğin rahatça test edilmesi	Kontrollere erişim kolaylığı en önemlilerinden biri. Bu makinada da gayet iyi rahat erişiyorum her şeye. Ekran rahat telsiz.. Hepsi bir kol boyunda sanırım onu düşünmüşsünüz... Puan verirsek 5.
2	doubts of VR	ölçü konusunda VR yanıltıcı olabilir mi kuşkusu	Sanalla gerçek aynısı olacaksa yani gayet iyi 5 diyelim.
2	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Konsolun kolay organize edilmesi çok önemli. Bu da güzel olmuş. Yani her şey açık ve net. Puanı 5.
2	First VR experience	VR'a hemen alışabilme, Genç ve teknolojiye aşina kullanıcıların daha hızlı adapte olması	Elimdeki düzenekle rahat test edebilme 5. Yani ama ilk defa kullandığımı da göz önünde bulunduruyorsunuz dimi? Ama ilk defa da olsa rahat kullanabiliyorum yani.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

2	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Öğrenilebilirlik için hepsi gayet açık ve net bir şekilde yazıyor. İnsana bir kere gösterdin mi insan şey değilse anlar yani. Uyarılar, belirtiler hepsi net gözüküyor. Rahat alışabilirim. Puanım 5. Test edebilmem de gayet rahat kolay 5. Ne diyebilirim ki anlayabiliyorum yani.
2	360 degree sightview Lack of VR	Baktığı noktaya odaklanabilmesi ve hiçbir detayı kaçırmaması Motoru çalıştırıp sesini duyma ihtiyacı	Genel konfor çok önemli. Bu tasarım nasıl? Sanırım klima var yukarıda. Yerler tek parça..
2	lack of VR	ses testi zaten yapılamıyor Aracı çalıştırma ve yürütme ihtiyacı	Ses yalıtımı var mı? Şuanda lokomotif çalışıyor mu mesela? Ses yalıtımı yoksa kötü yani. %100 olması gerekenlerden biri bence. Telsiz sürekli açık çünkü. Biz de manevrada telsizle irtibata geçiyoruz. Burada makina çalışmıyor o yüzden yalıtım için bir şey diyemeyeceğim. O makina bir çalışsın 8 silindirik 15 cm'lik motorun bir sesi gelsin o zaman anlarız. Gayet iyi bir tasarım gibi gözüküyor, ses yalıtımı da varsa 5, yoksa 3 derim. Motoru çalıştırabilir misiniz? (-ne yazık ki) Onun haricinde anlıyorum içerisi güzel gözüküyor yani.
2	3D movement ability in space	3D uzayda hareket ederek test edebilme	Kabin içindeki ferahlık önemli. Ben çok daralıyorum mesela genelde kabinlerde. Bizde meslek hastalığı olarak bel fıtığı falan oluyor. Ben olmaması için arada bir kalkıp kültür fizik hareketleri falan yapardım. Mesela benim kafam buraya degecek mi değmez dimi? (-ayağa kalkın mesela) Vayyy.. Bu yükseklik benim açımdan ferah. Mesela ben böyle yapardım (hareket ederek gösteriyor) Benim açımdan bel fıtığı falan için.
2	360 degree sightview	etrafı 360 derece detaylı inceleme imkanı (baktığı noktaya odaklanabilme, dolayısıyla	Çok iyi ya... (arkasına dönünce etraftaki diğer düğmeleri fark eder) Buradakiler ne mesela? (-sıcaklık, ısı, ışık ayarları..)

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

		hiçbir detayı kaçırmama)	
2	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	İç mekan ferahlığı bence başarılı 5. Gayet rahat test ediyorum. Yani bir sıkıntı yok burada işte daha ne diyeyim. Sıkıntı yok.. Bunda güzel oyun oynanır ha söylemesi ayıp :)
2	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Temizlik olmazsa olmaz benim için. Genelde ben ıslak mendille falan silerim. Buralarda ıslak mendille zarar verebileceğim elektronik bir parça gözüküyor. Etrafın düz alan olması kolay. Öncesinde burası tek parça kapalı değildi. Elektronikler vardı rahat temizlik yapılamıyordu. O sebeple buranın tek parça ve düz olması iyi. Yani her şey anlaşılır gözlükle rahat temiz aynı şey hep.
2	lack of VR	Dokunarak algılama ihtiyacı	Güvenlik hissi vermesi çok önemli. Güvenlik açısından mesela şuralarda direklerde koruyucu var mı? Valla bizimkiler makinalar çok dandik malzemeden yapılmıştı. Bunda da mesela hava yastığı desem burada olmaz ki. (-Peki Malzemesi, görüntüsü falan nasıl hissettiriyor size?) Yani bunda bunu nasıl test edebilirim ki bu cihazla? Güvende gibiyim yani.. Algıladığım kadarıyla 4. Hiçbir şeye dokunamıyorum sadece gördüğüm kadarıyla.. Güvenlik bir de sadece gözüken değil hissedilen bir şey değmem lazım.
2	3D movement ability in space Lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı Olası tehlike senaryolarını ön görebilme	Şu mikrofon şöyle öne uzanıyor ya gözüme girebilir mesela.(kafasını öne eğer). Şu hareketli gerçi herhalde dimi şöyle hareket ettirebilirsin? (eliyle mikrofonu itmeye çalışır)
2	3D movement ability in space	Kullanım senaryosu canlandırma	Manevracı ile olan iletişim kolaylığında kulaklık olsa daha iyi olur. Bizim makinalarda kulaklık takma yeri yok ama olsun isterdim. Bunda mikrofon var ama şöyle ayağa kalkınca oradan uzaklaşmış olacağım.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

2	3D movement ability in space	Kafayı çevirme imkanı ile neyin görüş- algılama alanının dışında kaldığının test edilmesi	Bu tasarım görsel anlamda stili çizimi gayet güzel de kullanışlı olmadan sonra ne işe yarar. Kullanım önemli asıl. Şu ekranı alıp biraz sağa koysak daha iyi dediğim gibi o ekrana bakmak için kafamı çevirmek zorunda kalıyorum.
2	Visual appeal	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Sade görünmesi o kadar önemli değil 2. karmaşık gözüken bir şey yok burada. Sade gayet iyi. Her şey elimin altında net. Bizim manevra makinalarında mesela görmüşsünüzdür. Bu ön konsolda bir sürü gereksiz tuş var yarısını kullanmıyorsun bile. Siz burada onları yan tarafa almışsınız. İyi olmuş. Manevra esnasında kullanmıyorsun ama orada bir karmaşıklık yaratıyordu. Burada sadece gaz fren korna vs. olması iyi sade işte yani. İhtiyacım olan müdahale edeceğim şeyler burada. Bu cihazda gayet güzel anlaşılır bir şekilde görebiliyorum test edilebilirlik 5. Teknolojik görünmesi o kadar önemli değil. Bu teknolojik hissettiriyor. Şu ekranlar teknolojik hissettiriyor. Başka da ne bileyim yok yani.
2		Renk tonlarının gerçekçi şekilde sunulabilmesi	kabin içindeki renk kullanımı önemi 3. Bu tasarım iyi. Yani acil durumun kırmızı olması şunun sarı olması. İyi ayırt ediliyor. Renklerin uyumlu olması güzel yani tonunu rahat güzel anlayabiliyorum.
2	Perceived quality lack of VR	Görünürde kaliteli Dokunarak algılama ihtiyacı	Buradaki kontroller hepsi kaliteli hissettiriyor. Kaliteli gözüküyor. Ama malzemeye dokunmadan kontrollerin, ekranların kalitesi hakkında yorum yapmak zor. Görünüşte iyi, eğer sadece gördüğüme dayanarak konuşacaksam, iyi ve sağlam duruyorlar, ama eğer gerçekte dokunabilseydim belki yorumum değişirdi o yüzden yanlış yönlendirmek istemiyorum. Şu joystick kısmı var ya top gibi sanki kırılır gibi duruyor. Ama dokunmak lazım ya. Hissetmek lazım.
2	lack of VR	Aracı çalıştırma ve yürütme ihtiyacı	Bu kontrol ve elemanlar güvenilir hissettiriyor kaliteli duruyor. Ama çalıştırıp bakmak da lazım. Buradan gözüktüğü kadarıyla
2	lack of VR	Keyifli deneyim Aracı çalıştırma ve	Bir ara da bununla oyun oynamaya çağırın beni:) Yani bu gözlüğü ilk kez kullandım. Gayet güzel başarılı buldum. Makine çalışabilir olsa daha da iyi olur.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

		yürütme ihtiyacı	
3	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Görüş açıları çok önemli Sağ tarafı güzel görüyorum ama manevra lokolarında sol tarafı da güzel görebilmem lazım. Her an biri geçebilir. Burada göremiyorum.
3	possibility to compare with existent vehicle	Görüş açılarını karşılaştırabilme	(-Peki mevcut kullandığınız 11000'likte sol görüş açısı daha mı iyi?) hayır ikisi de aynı ikisinde de gözüküyor. Ön taraf kısım aşağıda olursa sol tarafı da görsek çok çok güzel olur manevralarda.
3	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	test edebilme Gayet normal makınayı akşam saat 5 - 6 görüşü gibi algılıyorum. Görebiliyorum test edebiliyorum. Güneş batarkenki bir görünüm gibi fazla ışık da yok, ışıklar ve görüş açıları normal. Uç noktaları gayet iyi görebiliyorum. Görselliği de fena değil.
3	Discomforts of VR	Terleme ve ekranda buharlaşma	Görüş açısı olarktan gözlükte biraz puslanma var ama olsun.
3	Realistic Experience	Gerçekmiş gibi hissettirmesi	Gözlükle test etme konusunda valla normal lokomotifle neredeyse hemen hemen aynı diyebilirim.
3	lack of VR	Gözlük görüş açısının gerçek göze göre dar kalması	Belki 1 puan düşük olabilir bu gözlükten kaynaklanıyor diyebilirim. Böyle ışık ortamından kaynaklı... Tam görüş alanı gözlükle tam şey yapamıyorsun. Ben normalde etrafı komple görürken burada biraz kısıtlı görüyormuş kısıtlanmış gibi hissediyorum.
3	3D movement ability in space	Hareket ederek görüş açısını iyileştirmeye çalışması	Lokomotifte sinyali sonuna kadar görmem lazım ki beni uyarabilsin. Çok önemli. Veya telsiz önemli net uyarması gerekir.. Sinyalleri görmemi engelleyen herhangi bir şey yok. Sadece işte sol tarafımı bilemiyorum. Sağ tarafımda iyi önümden de görebilirim, kafamı dışarı çıkarıp da görebilirim, Arkamı dönünce de görüyorum(vücuduyla hareket ederek gösteriyor). ama sol yok yani.
3	3D movement ability in space	Kafayı çevirme imkanı ile neyin görüş-algılama alanının dışında kaldığının test edilmesi	Kamera ekranının solda değil de biraz daha önde olması iyi olabilir. Ben buradan bakınca göz ucumla görebilirim fazla kafamı çevirmeden. Benim için daha iyi olur.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

3	Discomforts of VR	Terleme ve ekranda buharlaşma	Sinyal görülebilirliklerine puanım 4 (-1 puanı kırma sebebiniz nedir?) Gözle görmek daha farklı, bununla daha farklı. Şuanda ben istediğim gibi tam net göremiyorum. Gözlükte biraz puslanma buharlanma var. (Gözlük çıkartılıp camlar silinir) Tamam böyle oldu şimdi puslanma geçti. Namazdan çıktık hızlı hızlı geldik gözümüz de kapalı ya terletti biraz buharlaştı herhalde. VR ile test gerçekçi gibi ama yine de tam kendi gözüm gibi değil tabi.
3	Realistic Experience	Erişilebilirliğin rahatça test edilmesi	Bu aracın kullanımının kolay olduğunu düşündüren makinenin freni güzel. İleri geri gaz fren olayı da güzel. Şu ekran bu tarafa biraz daha uzak gibi geldi bana soldaki. Ama tuşlara ulaşma olayı fena değil güzel. Zorluk çıkaran ekranların şu üst kısmının biraz yukarda olması olabilir. Aşağıda olsa daha çok ışık gelebilir. Etrafımızı daha iyi görebiliriz.
3	possibility to compare with existent vehicle	Diğer araçlarla kıyaslayabilmeye imkanı	Kullanım açısından 11000'likle hemen hemen aynı ya sadece buna oturup biraz kullanıp alışkanlık yapacağız. Bu kol mesela bizim 68000liklerde de böyle ama kol ortada onda. O ana hat ama manevrada beni en çok ilgilendiren fren gaz korna. Bu üçü de burada zaten, çok önemli benim için. Alıştırırsam kendimi buna(lokomotife) biraz 4-5 verebilirim. Alışırsam 5 veririm, güzel.
3	Realistic Experience	Erişilebilirliğin rahatça test edilmesi	Joystick ile mesafe olarak güzel. Yani yakınlık olarak bana. Her an elimin altında olacak milimetrik olacak ki ben freni ve gazı ona göre ayarlayacağım. (-şu anda öyle algılayabiliyor musunuz?) Evet şu an da algılamam o şekilde elimin altında gibi. Değerlendirme rahatlığına 5 diyebiliriz. Gerçek de olsa bunda da olsa aynı şekilde ulaşabilirmişim gibi geliyor.
3	3D movement ability in space	3D uzayda hareket ederek test edebilme	Kollar da cama yakın sağda zaten. Ben böyle camdan sarktığımda kola uzanabiliyorum. (camdan sarkıyor) Sol taraf telsiz biraz uzak ama bana benim kollar kısa biraz.
3	lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı	Şurada mikrofon var gerçi o biraz yukarda ama hareket ediyor herhalde bu. Tutabiliyor muyuz şöyle? (-yok tutamıyoruz)
3	lack of VR	Gözlük çözünürlüğünün küçük unsurlar için yeterli olmaması	Kontrol masasının organizasyonu önemli. Bu tasarımda yazılar semboller var güzel açıklayıcı ama uzaktan biraz okuyamıyorum benim gözler bozuk biraz. Dur yaklaşayım. Bu şekilde okuyabiliyorum. Yazılar silinmezse falan güzel.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

3	lack of VR Realistic experience	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı Hayal etmeye yardımcı	Yani ben bunu en az 1-2 saat kullanmam gerekir ki gerçeğini. Testi o zaman daha detaylı yapabilirim. Joystickle tutuşlar biraz farklı. Elimizle ile gerçek tutuşlar yapamıyoruz, gerçek ileri geri yapamıyoruz. Ama şu anki kullanımı hayal etme açısından yine de çok güzel. Biraz alıştırmaya yapsam 1 saat içinde ben bunu canavar gibi sürerim.
3	lack of VR	Gözlük görüş açısının gerçek göze göre dar kalması (kafayı çevirmeden gözü çevirme mümkün değil)	Gözlükle tam net test edemiyorum ama. Gerçek gözle bu biraz farklı. Bana görüş açısı biraz darmış gibi geliyor. direkt Ben sanki çıplak gözle daha geniş açıyı görebiliyorum gibi. Normalde kafamı çevirmeden gözümü çevirerek görebileceğim noktaları burada kafamı çevirmeden göremiyorum.
3	Perceived Quality	Gerçekte oturamasa da koltuğun konforlu algılanması	Konfora biz yıllardır çok alışmadık konfor çok da önemli değil artık. Konforu hissettiren burada ne var? Görüş açılarına bakalım, oturmaları bakalım.. İçi dizayn olarak fena değil. Oturma koltuk kullanım olarak normal. Beni konforsuz hissettirecek bir şey... yok valla gayet güzel gibi gözüküyor. Bir ekranımız var işte onu biraz sağa bana doğru çevirebiliriz. Puan verecek olursak valla bizdeki makinalarla karşılaştıracak olursam 5 veririm. Ama kamera ekranından bir tane hata kıracak olursak 4 diyebiliriz.
3	First VR experience	ilk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılaşma çekme	Test etme olanağımıza bakacak olursak, mesafelere uzanma eğilme.. Fena değil. Buna da 4 diyelim. (-1 puanı neden kıldık?) Biraz da alışamadığımız için yeni bir sistem. Gözlük falan ilk defa kullanıyoruz.
3	3D movement ability in space	Ayakta dolaşarak inceleme imkanı	Ferahlık... hem oturarak hem ayakta baktık iyi güzel... Kapıların yandan değil de önden arkadan açılması çok güzel. İçeriye açılmaması dışarı olması güzel. Görsellik de güzel.. 5 derim ben buna. Test olarak bu sefer 5 verebilirim herhalde şimdi biraz daha farklı hissettim ayağa kalkıp dolaşınca Eski makinalara göre bunun içi çok çok daha güzel. Geçiş alanı da fena değil.. Gerçek alan böyle mi olacak? Çok güzel..
3	360 degree sightview	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak net bir şekilde anlatılabilmesi	İçinin temiz olması her zaman önemli. Bir görüş açısı kadar olmasa da. Tasarımda silinmesine engel pek bir şey yok. Her zaman yağlanacak sonuçta silinmesi lazım. Bir de paspas atarsın tamam. Kolay temizlenebilirliği rahat test edebiliyorum. Yerdeki detaylar köşeler falan gözüküyor yani.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

3	360 degree sightview	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Kendimi güvende hissettiren frenlerimdir her zaman. Manevrada aşırı sürat yapmayacağımdan yatma devrilme riskim yoktur ama durmalıyım rahatça. Ben oturduğum zaman güvende hissediyorum şuan. Frenlerime elimle rahat ulaşabildiğim için. Onun haricinde sağa sola döndüğümde etrafı görebiliyorum. İç kısmı dört dörtlük görüyorum. Herhangi bir kaza tehlike anında sağımda solumda ne var biliyorum. O yüzden nereye kaçacağımı ne yapacağımı bilirim.
3	First VR experience	Kullandıkça VR'a alışılması, daha rahat test edilmesi	Test etme olayına şimdi 5 diyebilirim. Çünkü biraz daha alıştım şimdi oturdukça gözlükle.
3	lack of VR	Ses ile test etme ihtiyacı	Telsiz önemli iletişim için arıza yapmamalı kırılmamalı. Burada dıştan görünüşte iyi görünür ama içinin malzemesi nasıl yapılmıştır bilemeyiz. Hoparlörlerin sağlamlığı da çok önemli. Patlamayacak bozulmayacak. Ses düzeneği de çok önemli ben camı açtığımda sesi bastırmamalı. Burada sesi yok tabi Sesi duymadığım için iletişime 4 diyelim.
3	Visual appeal	VR ortamın tertemiz ve 0 makine olarak algılanması	Valla gördüğüm manevralar arasında en güzel bu diyebilirim. Görselliği için. İçi dolaşması görüş açıları iyi.. Sade. Renkler çok da önemli değil. Burada güzel gerçi ama beyaz sürekli kirlenir. Burada durduğu gibi temiz durmaz, çalışmaya başladın mı...
3	Discomforts of VR	Terleme ve ekranda buharlaşma	Yalnız bunu biraz çıkarabilir miyiz, (-tabii neden rahatsız oldunuz?) Herhalde gözümün birinde rahatsızlık var terletiyor. Sıcak geldi. Az kaldıysa gözlüksüz devam edelim?
3	lack of VR	Bazı konuları zaman içinde gözlemleyerek test etme ihtiyacı	Sağlamlığı test edebilmemiz için 10 yıl kullanıp bakıp görmek lazım. Kırılmazsa sağlamdır. Burada test edemeyiz. Görünürde sağlam ama..
4	Realistic Experience	Görüş açlarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Aracın görüş açıları mevcutla aynı. Puan verecek olursak 1 (-diğerleriyle karşılaştırınca bu daha mı kötü?) Yoo aynı hepsininki kötü. Ama burada kamera da var o zaman 3 diyebiliriz.
4	lack of VR	Yeterince net olmayan ve karıncalı görüntü	Gözlükle test etme iyi fena değil 3.(-peki neden 1 veya 5 vermediniz?) Gözlük gösteriyor da sanki kıpır kıpır karıncalı gibi gösteriyor. 1 verecek kadar da haksızlık yapmam çünkü görülüyor, gösteriyor.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

4	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Uç noktaları görülebilirliği bu tasarımda yine.. Tamponun ucunu görebilirsin de sağdan soldan biri geçiyor olursa tam görülmüyor. Kamera sağlı sollu iki tarafta da olsa iyi olur.
4	lack of VR	Yeterince net olmayan ve karıncalı görüntü	Gözlükle test etme konusunda iyi ama bulanıklık var hafif gözlükte karıncalanma gibi. Çıplak gözle görüldüğü gibi değil.
4	Realistic Experience	Açıları ve derinliği algılayabilme	Açıyı derinliği anlıyorum ama kaliteli değil çok görüntü.
4	Realistic Experience	Görüş açısını nelerin engellediği görülüyor (tasarlarken alete her açıdan ve tepeden bakma ama buradaki testte asıl gözlemlenecek açıdaki engelleri fark edebilme)	Limit derler bizde yan yoldan bir vagon olsa yanaşan tam limit yapmış mı mesafe var mı burada göremezsin. Kompartıman engelliyor.
4	A good presentation medium	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Şu korna şu gaz fren kolu zaten belli. Valla eskisinden biraz daha iyi gibi. Her şey elinin altında. Dizayn olarak daha güzel olmuş. Eski 11000likte düğmeler falan çoktu çünkü, yoruyordu.
4	lack of VR	Ekipmanları etkileşimde bulunarak kullanma ihtiyacı	Yeni tasarımın yabancı olduğuymdan tuhaf geliyor bana biraz kullanmadan 4 ama biraz kullansam 5 veririm herhalde.
4	possibility to compare with existent vehicle	Erişilebilirliğin diğer araçlarla kıyaslanabilmesi	Şu beyaz totman mı ne?(pedal). Ona ayakla uzanamıyorum tabi ama.. Ama kullanımı kolay gözüküyor. Bu kol ötekinde daha uzakta duruyordu burada kolumu eğmeden bükmeden uzanabiliyorum.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

4	Realistic Experience	Sanal ortamda ellere hakim olma hissi	Erişilebilirlik. İyi her şey elimizin altında. 4 veririm. Neden 5 değil? Çünkü yabancıysa olduğumdan yine(tasarıma). (-peki eski alışkın olduğunuz lokomotif olsaydı şuan bu düzenekte o zaman daha rahat test eder miydiniz?) Evet. Bu düzenek test etmeyi kolaylaştırıyor. Ellerime hakim olma hissini algılamamı sağlıyor. Her şey elimin altında mı değil mi anlayabiliyorum.
4	360 degree sightview	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Konsol sıralaması güzel olmuş. İhtiyaç duyduğumuz şeyler yakında, ikincil şeyler bir tık uzakta ama erişiliyor.Kontrol masasının rahat alışılması önemli. Valla ben 7 sene çalıştığım için hangisinin ne olduğunu az çok anlıyorum. Ben bir kere kullansam alışırım buna.
4	Realistic Experience	Uzunluk ölçülerini algılayabilme, tahmin edebilme	Genel konfor çok önemli. Koltuk önemli. Alan mesela çok daralmış. Daha serbest olabilir. Şuralar çok daralmış mesela orta kısım. Daha küçük bir şey yapılabilir şu dolaplara mesela içi dolu mu bilmiyorum ama. Pek ferah değil. (kullanıcı irice bir kişi)
4	360 degree sightview	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Kabin içi temizliği önemli. Sıkıntı yaratacak bir durum görmüyorum. Temizlenir bunlar. Tozunu alacaksın şeyini alacaksın ne var ki bunda sil geç işte. Eline bez alır silersin kenarları, anlamadım ki. Güvenlik çok önemli. Mesela bir yangın esnasında çıkmam lazım hızlıca. Bu biraz daha iyi gibi, çünkü öbüründe koltuk dayanıyor açıp kapatmak engelliyor. İçe açılıyor çünkü. Bu daha iyi. Kabinin güvenliği iyi fena değil zaten başka bir şey olmaz ki. Test etmeye 5 veriyorum. (-neden?) çünkü görülüyor işte içi, ne görüyorsak onu diyoruz.
4	ability to guess and imagine	Malzemelerin tahmin edilebilmesi	İçi daraldığı için aracın bir darbede şu taraflarını sağa sola vurabilirsin. İç malzemesi plastik herhalde metal değil. Ama neticede sert yine zaten yumuşak da olmaz dayanıklı olması lazım.
4	Feedback for the designer	Ekipmanı nasıl kullanacağını anlayıp anlayamayacağını hareketlerine ve nereleri arayıp yokladığına bakarak anlayabiliriz.	iletişimi böyle test etmek zor tamam adamı görüyoruz dışarda ama sesini de duymak lazım. Telsizi eline almadan söylemek zor. Ama mikrofon olması iyi olmuş. Bunun neresine basıp da konuşuyoruz? (Sağa sola dönüp, basacak tuş arıyor.)

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

4	Perceiving Material Feature	Matlık parlaklık tercihini tasarım yüzeyleri üzerinden bildirebilme	Siyah ve mat olması iyi olmuş gözü almaz yansıma yapmaz.
4	lack of VR	Dokunarak algılama ihtiyacı	Tuşların kalitesini sağlamlığını test edemem. Plastik gibi duruyor. Ama dokunup ellemek, iki ileri bir geri yapmak lazım.
4	Individual disturbance	Terleme ve ekranda buharlaşma	Gözlük deneyimi çıplak göz gibi değil farkı var. Kafamı sıkı terletti.
4	3D movement ability in space	3D uzayda hareket ederek test edebilme (Deneyerek tasarımı iyileştirecek öneride bulunabilme)	Oturduğun yerden makineyi az çok görüp Fikirleri söyleyebiliyorsun. Resim değil sonuçta hareketli video gibi. kafamı çevirip sağa sola bakarak görüş alanımda olup olmadığını anlıyorum.
4	Discomforts of VR	terletme sıkılma	Dezavantajı terledim biraz sıkıldım o yüzden.
5	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi Diğer araçlarla kıyaslayabilmeye imkanı	Görüş açıları en önemli şey zaten. Kullandığımıza göre biraz daha burnu yüksek gibi bunun Hibrit olacağı için mi bilmiyorum. 11000'likte ön cam iki parçadan oluşuyordu ama burada tek parça olmuş, baca ön camdan uzaklaşmış iyi olmuş.
5	First VR experience Lack of VR Realistic experience	Gözlük biraz psikolojik baskı yapıyor Yeterince net olmayan ve karıncalı görüntü Gerçekmiş hissiyatını veriyor	Gerçekte test etmek tabi daha iyi olur. Gözlük ister istemez psikolojik bir baskı yapıyor yüzüme. Her şey çok net çok birebir görüntüler değil ama algılamamda bir sıkıntı yok ama yani gerçekmiş gibi o hissiyatı veriyor. Baya iyi.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Kamera çok rahat bir görüntü sağlıyor uç noktaları görmek için. Görmemi engelleyen.. İşte burun noktası biraz yüksek rahatsız edici. Arka tarafa baktığımda da .. Arkada da aynı durum.
5	First VR experience	İlk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılik çekme	Çok da gözlüğe alışkın olmadığım için test edebilmeye 3 diyebilirim. Bizim girdiğimiz başka simülatörler var ama bunla ilk kez deniyorum.
5	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Aracın çevresinin görüş açılarına 5 verebilirim. Yandan bakınca bir sıkıntı yok oralarda gözüktüyor sadece burun bölgesi biraz ötekine kıyasla yüksek işte.
5	possibility to compare with existent vehicle	Diğer araçlarla kıyaslayabilm e imkanı (sanal ortamın mevcutu andırması ve çağırışmlar yapması)	Araç kullanımı.. Dinamik cer kolu fren mekanizması falan kullanımı çok rahat. Bu yeni bir dizayn mı? Çünkü normal mevcut manevra makinalarında bu sistemler yok. 68000(ana hat loko)'den biraz daha aşınayım ama.
5	Realistic Experience	Erişilebilirliğin rahatça test edilmesi	Kullanılabilirlik erişilebilirlik gayet iyi. Hatta çok iyi. Her şey çok kolumuzu uzatmadan pozisyonumuzu bozmadan, görüş açımızı kaybetmeden ulaşabileceğim bir yerde.
5	First VR experience	İlk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılik çekme Erişilebilirliğin rahatça test edilmesi	Elimizdeki düzeneikle test ederken daha tam rahat alışamadık ondan çok rahat değil. Tam makinaları kavramayı, elimizdeki işte ne bu joystick mi ne kullanmayı bilmediğimiz için.. Normalde de bu tarz oyunlarla çok aram olmadığı için benim. Test etmeye puan verecek olursak joysstick'lerle benim için 3 yani benim adıma ama yoksa erişim hakkında hiç bir problem yok araçta. Biraz daha teknolojiye yakın insanlar 5 üstünden 5 verir herhalde.
5	possibility to compare with existent vehicle	Erişilebilirliği başka araçlarla kıyaslayabilm e imkanı	Şu pozisyonda ani bir şey olduğunda mesela imdat butonu burada fren burada çok yakın çok güzel. Bazılarında çok uzakta oluyor çünkü. Bu çok önemli. Araca puanım 5.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	First VR experience	İlk kez deneme sebebi ile VR'a yabancılik çekme	Ama şu joystickleri anlamadım tam. (Nasıl kullanıldığını tekrar gösteriyorum) Haa.. Tamam şimdi böyle olunca şimdi biraz daha hoşuma gitti parmaklar falan. Şu an iyi.
5	360 degree sightview	Tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi Yüksek kalite algısı izlenimi vermesi	Kontrol masasının kolay anlaşılır şekilde organize edilmesi önemli. 10 -12 farklı makine var bizde çünkü birinden inip birine biniyoruz. Burada konsol organizasyonu çok güzel. Her şey ulaşılabilir, anlaşılabilir. Kumanda paneli son kullandığımız teknolojiye uygun.
5	lack of VR	Küçük detayların uzaktan net okunamaması	Şu an ama kumanda panelinin yazılarını okuyamıyorum. Yaklaşınca anlıyorum ama. Çok değişmiyor yine. Ama iyi yani.
5	possibility to compare with existent vehicle	Diğer araçlarla kıyaslayabilmeye imkanı (sanal ortamın mevcutu andırması ve çağırışlar yapması)	(Alışılabilirlik) İyi. En son makineler bizimkiler de aynı bunun gibi olduğu için çok yadırgamadım ben. Sadece eski araçları kullanan belki biraz yadırgayabilir.
5	Perceived Quality	Her şeyin yeni gözükmesi Teknolojik ve kaliteli algı yaratması	(Konfor) Genel anlamda teknolojik şeylerin olması, elimin altında olması her şeyin yerli yerinde olması konforlu hissettiriyor. Onun dışında koltukların şunların bunların iyi olması biraz daha yeni gözükmesi. Kumandanın şunun bunun son teknolojiye olması bir rahatlık ferahlık veriyor. Konforsuz hissettirecek bir şey yok. Konfor şu anki makinada süper.
5	doubts of VR	gerçekle birebir aynı olacak mı kuşkusu	Bunlara cevap veriyorum ama eğer burada gördüğüm gerçek ürünle birebir aynı olacaksa, veriyorum. Belki gerçek olan bundan biraz daha farklı olacak. Belki bazı sorulara ona göre cevap vermek lazım.
5	Realistic Experience	Boyutların rahat algılanması	İç mekan ferah. İçerde tek kişi çalışacağı için zaten yeterli. Biraz daha geniş olabilir ama yine de o yüzden 4. Şu açıklık şuan benim bedenimin açıklığı gibi duruyor. Rahat geçebilirim buradan birebir aynı ise 5.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	visual appeal	Malzeme detayları hakkında yorum yapılabilmesi	Zeminin sabit olması, girinti çıkıntı olmaması temizliğe faydası var. Yerler tek parça halinde duruyor. Evlerimizde kullanılan döşenen yumuşak malzeme gibi duruyor.
5	lack of VR	Aracı çalıştırıp sürme ihtiyacı	Güvenlik hissi çok önemli. Bu tasarımda kendimi güvende hissettiren ekstra bir şey yok ama güvensiz hissettiren bir şey de yok. Şuan bir manevra ortamı bir şey olmadığı için 5 verebilirim. Bir tehlike arz edecek bir kaza bir durum yok o yüzden onu tam test edemem.
5	Predicting safety issues	Olası tehlike senaryolarını ön görebilme	Güvende hissetmememi sağlayacak şeyler şu yan camlar olabilir. Çok yakın. Kafamı çarpabilirmişim gibi geliyor. Şunlar da mesela sert çarpma esnasında insanın destek alabileceği yerler ama yan cam belki sıkıntı olabilir. Cama şuan baya bir yakınlım.
5	lack of VR	ekipmanlarla etkileşime geçme ihtiyacı	İletişim çok önemli iletişim kesintisiz olmalı. Pedal ve mikrofon olması çok iyi. Normal telsiz olunca bir elimi sürekli meşgul ediyor. Burada serbest. O güzel Ellerim sürekli gaz ve frende olabilir. Ama iletişimi test edemem bir sesi duymam lazım nasıl çekiyor. Kesinti var mı? Ulaşılabılır olmasına bakabiliyorum şuan.
5	Visual appeal	diğer araçlarla kıyaslayabilm e imkanı	Makinanın iç görsel güzelliği çok önemli. Adama çalışma şevki veren. İş aşkı veren böyle modern görüntülü makinalar. Bu mesela çok hoş duruyor, çalışmak isterim burada. Mevcut ana hat makinalarından bile daha iyi bir görüntüsü var bunun 5.
5	Discomforts of VR	yeterince net olmaya görüntü	Ama gözlüğün tek derdi netlik. Tam net olsa 5 veririm gözlükle test etmeye ama görüntü biraz bozuk.
5	good presentation medium	tasarımın kullanıcıya görsel olarak iyi ve net bir şekilde anlatılabilmesi	Bu tasarımda sade hissettiren, düğmeler basit anlaşılır. Karmaşık gözüken bir şey yok sadece şu iki ekran çok doldurmuş tek ekranla çözülsede daha sade olabilir. Sadeliği gözlükle 5 üzerinden 5 hissederim. Çünkü görsellikle test edilir zaten. Gerçekte de olsa böyle göreceğim. Sanal gözlük ile gerçekteki gibi kafamı çevirdiğim yerde aradığım özelliği görebiliyorum. Önceden gösterdiğiniz resimlerde öyle çok anlaşılıyordu.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	Perceived Quality	Teknolojik algı uyandırması	Teknolojik gözükmesi 4 kadar önemli. Günümüz her şey teknoloji.. Bir şeyleri teknolojik görmek daha güvenilir hissettirir bozulma riskini azaltır. En azından arızaların sebeplerini buradan öğrenebiliriz. Bu baya teknolojik hissettiriyor. Şuradaki arıza bildirim işaretleri, kameralar bile farklı bir hava vermiş. Biraz daha teknolojik olursa saten bize gerek kalmaz. O yüzden çok da teknolojik olmasın:)
5	Visual appeal	Renklerin doğru algılanabilmesi	Renk kullanımı da önemli sayılır. Burada güzel. Şuradaki turkuaz falan çizgiler güzel olmuş. Şu turkuaz herhalde ben zaten turkuazı çok severim. (-ne kadar rahat ve etkili test edebiliyorsunuz peki bu rengi?) 3) Eğer mavi demek yerine turkuaz diyorsam yeterince etkili zaten çünkü yakın renk tonlarını bile ayırt edebiliyorum.
5	lack of VR Realistic Perception	Zaman içinde test etme ihtiyacı Başka lokoların kontrollerine birebir benzemesi	Tuş ve ekranların kaliteli olması tabi önemli de bunu zamanla öğrenebiliriz. Şuan algısal olarak kaliteli duruyor. Şuan bizim 68000'liklerde duran ekipmanla birebir aynı duruyor. Onlar da kaliteli. O yüzden kaliteli duruyor. Ama gerçekte öyle mi değil mi zaman gösterir kullandıkça.
5	Perceived Quality	sağlam algılanması	Kontrol masasında sağlam hissettiren şu cer kolu ile fren musluğu sağlam izlenimi veriyor. Diğer iyi makinalardan test ettiklerimizle birebir aynı duruyor o yüzden de sağlam hissi veriyor.
5	Discomforts of VR	Gözlüğün terletmesi	Biraz terledim bu arada ama. (-çok az kaldı merak etmeyin)
5	Perceived Quality	Teknolojik görünüm	Kontrollerin güvenilir olması çok önemli. Bu tasarımda güvenilir hissettiren şu arıza led ve lambalarının olması. İmdat musluğunun yakında olması, telsiz için bozulmaya karşı iki tane opsiyonu yedeği olması. Bir de teknolojiye aç insanlar olduğumuz için teknolojik görüntü insana farklı bir hava veriyor, çabuk ısındırıyor.
5	Helpful to imagine	Dokunamıyor ama Hayal edebilme imkanı	Test edilebilirliği şu an şöyle tutuyorum hissediyorum kolu ama hissedemiyorum tabi. Ama hayal edebiliyorum o yüzden 4 veriyorum.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

5	Realistic Experience Discomforts of VR	gerçekçi deneyim, iş ortamının yaratılması gözde psikolojik baskı, terleme	Yaşadığım sanal ortam deneyimi çok güzel. Her şey etrafımızda sıralanmış. Sanki birebir o ortamdaymışız gibi. Gerçekçi yani orada bizimki gibi bir iş ortamı yaratmış. Eksileri işte sadece gözümde orada benim bir baskı yaratması psikolojik olarak geriyor. Uzun sürede biraz da terletiyor.
6	realistic experience	Görüşün önüne geçen elemanları fark etme	Lokomotifin burnu çok yukarda önünü tam göremiyorsun. Şu kısım beni biraz engelliyor arkaya dönüp baksam. Ama genel görüş iyi yani kumanda açısından ama ekranlar çok sola kalmış, önü de kapatamayacağına göre. İyi ama. Bizim şu anda kullandıklarımıza göre çok çok iyi.
6	realistic experience	Gerçekçi ortam	Tamamen gerçek makine üzerinde oturuyormuş gibiyim. Gözlükle çok rahat değerlendiriyorum.
6	Discomforts of VR	kafada ağırlık hissi	Ama sıcak kafamda ağırlık var biraz rahatsız edici
6	realistic experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Şu an sinyali görüyorum. Biz yukarda sinyal kullanmıyoruz. Sağımdaki vagonu çok rahat görürüm. Ama solumda ne var ne yok hiçbir şey göremiyorum.
6	3d	3D hareket ederek görüş iyileştirme önerisinde bulunma uzunluk tahmininde bulunabilme	En azından oturduğumuz koltuk diğer lokolarda rahatsız da olsa biraz daha yukarda. Ben şimdi şöyle bile yapsam (ayağa kalkıyor) rahat bir 50 metre önümü sol kısmı göremiyorum. Vagondan ziyade insan görmek önemli. Orada insanı ezsen bitti.
6	realistic experience	uzanabileceği noktaları anlama	Kumanda kolları tam önümde. Ekranlar biraz sola kaymış ama ona yapacak bir şey yok, biraz sağa alsam o zaman da görüşü kapatacak. Ekranlar biraz küçültülebilir mi? Belki o olabilir. Elimdeki düzeneikle rahat test ediyorum. Şu an elimi attığım yerde her şey elimin altına geliyor. Negatif etkileyen şu anda yok gibi. Çok iyi.
6	360	Tasarımın kendini anlatabilmesi	Kolay anlaşılır organize edilmeli konsol. Burada organizasyon çok iyi. Okunuyor olabilmesi, eğer tabii ki silinmeyecekse, ulaşılabilir olması elimin altında olması çok iyi.
6	realistic experience	Amaca uygun, fazlasını beklemiyor, beklentiyi	Elimdeki aletin şuan bir eksiği noksanı yok. Burada öyle çok ağam şağam bir test yapacak değilim. Yani mesela şunu çekmeye kalksam çekerim kullanabiliyorum, anlıyorum yani onu.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

		karşıyor, hayal etmesine yardım ediyor	
6	lack of VR	forcefeedback eksikliği tuşların sertliği	Fark ne var dersin tuttuğumu hissedemiyorum mesela. Gerçek lokoya çıksam şunu çeksem bunun sertliğini hissedebilirim, ona göre ek bir şeyler söyleyebilirim. Bu makinayı kullanmaya kalksam mesela şu imdat butonunun sertliğini bilsem hangi şiddette basmam gerektiğini bilirim.
6	lack of VR	Küçük detayların netliğini kaybetmesi	Hangi butonun ne işe yaradığını bilmem lazım çok fazla bir buton yok, bu bizim açımızdan çok iyi. Gözlükle tam okuyamıyorum. Çok yaklaşırsam okuyabiliyorum. Biraz görüntüde karıncalanma var. Normalde de böyle mi gözlükten mi böyle bilmiyorum.
6	Perceived Quality	dokunamasa da Konforlu algılama	Koltuğun en azından rahat olması lazım. Bir kere makinanın görüntüsü bana yaptığım işin önemini anlatıyor. Dinlenme odasında otururken nasıl rahat hissediyorsam burada da öyleyim. Sanki bir masa başında ya da bilgisayarda çalışacakmışım gibi. Konfora 5 diyebilirim. Beni rahatsız eden bir şey yok. Şu an sanki makinada rahat bir şekilde oturabiliyormuş gibiyim.
6	3D movement ability in space	olası tehlike senaryolarına karşı güvenli olduğunu test etme	Ben mesela yeri gelecek kafamı dışarı çıkaracağım. Geri içeri sokarken bir yerlere çarpmaması lazım kafamın. O açıdan makine iyi, bir tehlike gözüküyor.
6	360 degree sightview	detay inceleyebilme	Kabin kolay temizlenebilir olmalı. Şu şekilde çok fazla derinlik yok makinada her şey bir şekilde kapatılmış dolapların altı falan, üst taraflar yine aynı. Çok rahat temizlenebilir.
6	Realistic Experience	malzeme tahmin etme	(Güvenlik hissi vermesi) Şuralar sert değil herhalde gördüğüm kadarıyla plastik bir malzeme ya da kaplama. Bir tehlike hissi uyandırmıyor.
6	lack of VR	dokunduğuna göre değil gördüğüne göre yorumlama	Ama parmaklarımın ucunu değip de hissetmiyorum, yani sadece görüyorum. Gördüğümü söylüyorum.
6	3D movement ability in space	olası tehlike senaryolarını ön görme	Benim burada çarpacağım hiçbir şey yok bir kere benim diz boyum çok iyi. Sadece şu camın ayırım direğine belki ani bir harekette çarpabilirim.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

6	Realistic Experience	Görüş açılarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	İletişim kolaylığı önemli. Görüntü burada yine çok önemli. Sağ tarafım çok iyi ama solum yok. Telsiz zaten çalışıyorsa onunla ilgili bir problem yoktur.
6	Visual appeal	Temiz yeni 0 makine olarak hissetme	Göz zevki tabii ki önemli. Operatör için gördüğü şeyi beğenmesi önemli tabii ki çünkü çalışmak için gerekli motivasyonu sağlayan şeydir bu. Eğer gördüğüm şeyi beğenemezsem tüm gün nasıl orada kalabilirim ki? Çıkıp da hemen bitireyim dememem lazım. Burada da öyle hissediyorum. Bir kere burada temiz her şeyden önce koltuğu yırtık değil. 0 bir makina rahat bir makina. Yüzeyler yeni. Bu hızlı tren gibi içi. Manevra lokosu ama içi güzel yani
6	A good presentation medium	Tasarımın kendini anlatabilmesi	Sadelik sadece kumanda ile ilgili. Benim önümü kapatmayacak diğer oralara ne koyarsan koy. Burada kumanda zaten sade. Çok fazla kafamı karıştıracak buton yok. Karmaşık bir durum yok. Teknolojik görünme çok da önemli değil. Bu teknolojik hissettiriyor. Kamera var ekran var.. O kadar.
6	Visual appeal	Doğru renk tonunu algılayabilme	Renk konusunda ilk olarak makinayı ben tertemiz görüyorum o beni mutlu ediyor. Bir de bizim TCDD'nin yeni rengini kullanmışsınız. Onu görüyorum.
6	lack of VR	Ekipmanla etkileşime geçme ihtiyacı	Kontrol ve ekranların kaliteli olmasına Ekranları görmüyorum test etmediğim için buna puan veremem çok. Butonları şuan hiçbir şekilde kullanamıyorum. Acil durum butonuna basınca ne kadar sert ne kadar hızlı basmam gerektiğini bilmiyorum mesela.
6	Perceived Quality	Sağlam kalite algısı	Sağlam gözüküyor her şey görüntüde. Ama ben şu kolu iki çektiğimde kırılacaksa onu bilemem.
6	lack of VR	Dokunma eksikliği	Benim bu kontrollere güvenmem lazım. Kornaya bastığım anda çalacak ille de üzerine yükleneyim demeyecek. Bunda bunu test edemiyorum tabi sadece görüntü var. Dokunmak lazım
6	Perceived Quality	Sanalda sorunsuz ortam hissiyatı	Burada sanal olarak her şey bana çok güzel geliyor. Ama o makineye oturup dokunsam işler değişebilir.
7	possibility to compare with existent vehicle	diğer lokolar ile boyut karşılaştırma imkanı	Sol taraf biraz görüntüyü kapatmış gibi. Ama şu sağ tarafı gördükten sonra çok da önemli değil. Eskisinde kompartımanlar biraz daha alçak sanırım

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

7	lack of VR	Gözlük görüş açısı az	Gözlükle çok iyi değil sanırım bana. Her yeri tam göremiyorum. Görüntü net ama gözlükle bilemedim. Açı az gibi
7	Realistic Experience	Görüş açlarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Uç noktaların görüntüsü şuan bulunduğum yerden iyi bu lokomotifte. 5 veriyorum. Yani gözüküyor çünkü
7	lack of VR	Gözlük görüş açısı az	Gözlükle şuan gayet iyi önümü gördüğüm kadarıyla. Ben yarlarda biraz sıkıntı çekiyorum bu gözlükte şuan. Tam geniş açı ile göremiyorum gözlükle şuan.
7	Realistic Experience	Görüş açlarına net bir şekilde yorum yapılabilmesi	Çevredeki sinyal vagon gibi unsurların görülmesini sağlayan şeyler, koltuğun yüksek olması ve sağımın solumun açık olması. O da önemli olan zaten.
7	lack of VR	Ekipmanlarla etkileşime girme Zaman içinde test etme ihtiyacı	Kolay kullanılabilir olmalı. Öbürlerinde şu gaz kolu sağda elimizin altında kalıyordu. Bunda biraz yüksekte kalmış. Ama şuan için de bir şey söylemek zor oluyor yani kullandıkça bakmak lazım bazı şeylere. Biraz kullandıkça el alışkanlığı ile olabileceğini sanıyorum.
7	possibility to compare with existent vehicle	tasarımın anlaşılması	Genel olarak güzel ama dizayn. Kullanım kolaylığına yine de 5 diyeceğim. Öbüründen iyi
7	First VR experience	Joysticklere hızlı alışamama	Genel olarak iyi güzel test ediyorum joysticklerle. Pek şimdi nasıl kullanıyoruz bunları? (tekrar anlatılır) Tamam aslında sıkabiliyorum şuan kolları.
7	Realistic Experience	Erişilebilirliği hissedebilme	Konsol erişme açısından gayet iyi elimizin altında hepsi.
7	3D movement ability in space	Joystick canlandırmaya faydalı	Joystick olmasaydı biraz daha zor olurdu tabi bunu test etmek bununla daha bir kolay oluyor.
7	A good presentation medium	Tasarım kendini anlatabiliyor	Konsol organizasyonu bu tasarımda iyi. Rahat erişilebilirlik yönünden iyi hepsi derli toplu olmuş. Sıkıntı yok.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

7	possibility to compare with existent vehicle		Bu makineye alışırız tabi diğerlerinde de buna benzer tasarım görmüştük. 68000likler var benim açımdan sıkıntı değil ama görmeyen arkadaşlar için belki zor olur. Genel konfor çok önemli. Yazın ve kışın çok sorun oluyor. Ya çok soğuk ya çok sıcak. (-bu tasarımda konforlu hissettiren neler var?) Yukarıda klima var vantilatör var iyi onlar gayet. Isıtıcısı da var şuan diğer makinalara kıyasla konfor açısından çok lüks yani bu makina.
7	Realistic Experience	Uzunlukların tahmin edilebilmesi	(Kabin içinde ferahlık hissi) biraz sıkışık gibi geldi şu aralar falan bana. Gözlükten mi öyle oluyor, gerçeği de böyle mi bilmiyorum ama. (-şu iki cam arası kaç metre gibi geliyor size?) 1,5 -2 metre gibi bir şey herhalde(gerçekte 1.9 metre)
7	doubts of VR	Birebir görme ihtiyacı, gözlük dar gösterebilir endişesi	Gözlükle çok rahat test edemiyorum tabi birebir görsek daha iyi olur. Belki görüş açısı az olduğu için bana dar geliyordur. Normalde daha geniştir belki.
7	Visual appeal	Ortamin çok temiz gözükmesi	Temizlik açısından bir sıkıntı gözüküyor burada. Şu an gayet yeni olduğu için her şey. Temizliği zorlaştıracak bir şey de görmüyorum. Bizim makineler pis
7	Perceived Quality	Güvende hissetme ve sağlam algılama	Bu tasarımda kendimi tehlikede hissettiren bir şey yok. Güvende hissediyorum yani şuan her yer kapalı. Herhalde sağlamdır yani malzeme falan.
7	3D movement ability in space	Olası tehlikeyi ön görme, güvende hissetme	Şu önümdeki konsol biraz gövdemi.. Yani nasıl diyeyim. Sandalye inip kalkıyor mu? Acaba bir çarpma anında şu konsol göğsüme çarpabilir mi diye dedim de.. Gerçi o sıkıntı hepsinde oluyor. Sert manevra olursa bazen. Bir çarpma anında zarar verecek bir yüzey yok bu makinada. Duruşu falan dizaynı iyi yani ne bileyim güvende hissettiriyor.
7	Realistic Experience	Görülebilirliği test edebilme	Manevracı ile iletişim için telsiz ve görüş açısı yeterli bize. Tek makine için olacaksa da görüş açısı önemli. Burada da sağ tarafı gördüğümüz sürece bir sıkıntı yok. Yani manevracı bizi yönlendiriyor zaten tamamen ona teslimiz. Bu araçlarda görüş açısı çok iyi olmadığı için. Bu öndeki mikrofon da gayet iyi olmuş.
7	A good presentation on medium	Görsel beğeniyi test edebilme	Kabin içini görsel olarak beğenmek çok da önemli değil. Bu kabin görsel olarak çok güzel. Önümdeki konsolun hepsi iyi dizayn olarak. Erişilebilir, anlaşılabilir. Stil olarak göze hoş gözüküyor. Şu konsolun yapımı dizaynı.. Gayet iyi. Genel olarak güzel olmuş canım makine.
7	First VR experience	Gözlüğe alışamama	Gözlükle test etmek gerçek gibi olmuyor tabi. Gözlük 3 boyutlu olduğundan pek alışık değiliz.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

7	A good presentation medium	Tasarımın kendini anlatması	Sade görünüm çok da önemli olmasa da 3 diyelim. Burada gayet iyi işe yarayacak hepsi toplu olarak duruyor. Fazla detaylı teferruatlı bir şey yok. Sonuçta sadece bir manevra makinesi olacak bu.
7	A good presentation medium	Görsel beğeniyi test edebilme	Teknolojik görünmesi işimize yarayacaksa önemli ama ben manevra makinesi için çok da önemli bulmuyorum. Bu lüks ve güzel olmuş gayet.
7	A good presentation medium	Renklerin gözü almadığının tespit edilmesi	Renk kullanımı çok da önemli değil ama gözümüzü alıcı olmaması lazım. Burada renkler gayet hoş olmuş. Gri ve siyah tonlarının kullanılması güzel. Gözümü almıyor.
7	Perceived Quality	Görünürde kaliteli gözüküyor	Kontrol elemanlarının kaliteli olması önemli tabi. Çok sorun çıkarıyor şimdiki. Şu an bu kaliteli gözüküyor. Görebildiğim kadarıyla kaliteli. Öyle gözüküyor yani. Gördüğüm kadarıyla 4 yani
7	lack of VR	Dokunma ihtiyacı	Ama elle de dokunmak lazım. O yüzden kontrole 2 diyelim. Mesela şu master controller'in sertliği ne kadar bilmiyorum. Ne kadar kuvvet uygulamalıyım?
7	Perceived Quality	Sağlam hissettirmesi Dokunarak emin olma ihtiyacı	Sağlam olması da önemli. Görüntü olarak sağlam hissettiriyor ama dokunup görmek biraz kurcalayıp bakmak lazım.
7	Realistic Experience	Erişilebilirlik test edebilme	Yani genelde güvenilirdir zaten. Şu stop butonunun yakında ulaşılabilir olması güvenilir hissettiriyor.
7	lack of VR	Birebir dokunma ihtiyacı	Makinayı görmüş olduk nasıl dizaynı falan. Görsel anlamda düzeni hakkında fikrimiz olmuş oldu. Ama ben birebir dokunmadan net karar verme taraftarı değilim.
8	possibility to compare with existent vehicle	görülebirlilik hakkında net yorum yapabilme eskisi ile kıyaslayabilmeye	Görülebirlilik çok önemli. Sadece ön tarafı tam görülemiyor. Biraz sağdan bakmak lazım. Yanlar arka taraf falan güzel. Eskisiyle görülebirlilik aynı gibi hemen hemen.
8	Helpful to imagine	Tasarımı önceden değerlendirip müdahale edebilme imkanı	VR sistemini beğendim yani genel olarak iyi. Buradan erişebiliyor musun ona bakabiliyorsun. Olumsuz şeyleri önden buradan görüp belki müdahalede bulunabiliyorsun.
8	lack of VR	Çözünürlük biraz kötü	Sadece görüntü çözünürlük açısından biraz sıkıntılı. Onun dışında iyi

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

8	3D movement ability in space	olası Ergonomik sıkıntılarının saptanması	Uç noktaların görülebilirliği önemli. Yolu göremiyorum şuan oturduğum yerden biraz sağ yapmam lazım yani görmek için. Sürekli de öyle gitsem bir yerim ağrıyabilir.
8	3D movement ability in space	3D uzayda serbest hareket edebilme ile daha geniş alanı test edebilme	(-camdan da çıkarabilirsiniz kafanızı) aa iyiymiş. VR'ı şimdi biraz daha beğendim. Yani sanal gerçeklik ortamında test edebiliyoruz böyle şeyleri. VR yani genelde böyle oyunlar için kullanılıyor ama bu amaçla kullanmak da iyi olmuş.
8	Realistic Experience	görüşü engelleyen kısımların tespit edilmesi	Şu lokomotifin önündeki baca var ya o serbest görüş alanını engelliyor biraz. Ama eskisinde daha yakındı aslında dolayısıyla daha çok alanı engelliyordu Ön cam biraz daha geniş olabilir, aşağıdan yukarı yani. Kabin daha yüksek olabilir veya. VR ile gayet iyi test ediyoruz valla sıkıntı yok yani.
8	Realistic Experience	Erişilebilirlik test edebilme	Markiz içi çok iyi olmuş ya valla 5 diyorum iç tasarıma. Markiz kolay ulaşılabilir bir markiz. Her şeye oturduğun yerden erişebiliyorsun.
8	3D movement ability in space	Dik oturarak veya öne eğilerek veya yayılarak erişilebilirlik farklarının test edilebilmesi	Yani sonuçta böyle de gitmeyeceğin için (öne eğilerek) düz oturma pozisyonunda normal gayet iyi her şey ulaşılabilir.
8	A good presentation medium	Tasarım eksikliklerini fark edip, tasarım (VR) üzerinde yaşayarak anlatarak sebebini açıklayabilme	Ama bir şey göremedim ayna yok. Hani biz ayna kullanmayı tercih ederiz arkaya bakmak için. Önde kamera kullanırsın ama kurplu yollarda mesela ayna daha iyi iş görür.
8	Realistic Experience	Standartlara uygun olup olmadığını hissedebilme	Kontrollere erişim kolaylığı bu tasarımda 5. Şimdiki yeni teknoloji ile uluslararası bir standart oluyor başka ülkeler falan da böyle yapıyor herhalde hep. Bu da o standarda uygun gibi. Yerleşim olsun boyutlar olsun.
8	A good presentation/communication medium	tasarımın kendini anlatabilmesi	Neyin nerde olduğunu rahat anlamak önemli. Çok tuş yok bu bir. Ulaşılabilecek seviyede. Sıkıntı yok yani gayet güzel. Bu aracı çok rahat kullanırım gibi hissediyorum. Başında biraz otursam baksam sıkıntı olmaz yani. Çok basit yani neyin nerde olduğu belli zaten

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

8	lack of VR	küçük detayların uzaktan okunmaması	Sadece yazılar tam okunmuyor ama belli yani neyin ne olduğu.
8	3D movement ability in space	Kabin içindeki hareket kabiliyetini hayal edebilme, sınırlarını tanıyabilme	Genel konfor önemli. Tasarımın şeyini beğendim şu konsol var ya çok böyle engellemiyor. Yandaki konsolla da aynı hızda yani oraya geçip buraya geri gelmek çok kolay.
8	Realistic Experience	Görüşü nelerin engellediğinin tespit edilebilmesi	Tek şey yani şu mavi kaporta kısmı biraz yüksek yolu göremiyorum. Markiz biraz daha yüksek olsa orayı da görürüm o zaman iyi olur yani.
8	Realistic Experience	Boyutları algılayabilme	Şura biraz darmış ama çok da önemli değil o ya buradan iki kişi de geçer. O kadarı da yeter zaten.
8	Realistic Experience	Görüşü nelerin engellediğinin tespit edilebilmesi	Bak şu mesafede(ayakta) bile yolu göremiyorum. Hep sağdan veya soldan bakmak zorundayım.
8	Realistic Experience	Boyutları algılayabilme	Bu araç içi ferah ya yani bir kişi için geniş. Sadece konsolu biraz yüksek buldum bunun. Yapılabiliyorsa az bir şey küçültülebilir.
8	360 degree sightview	Etrafı 360 derece detaylı inceleme imkanı	Kolay temizlenebilirlik önemli. Rahat yani zor bir şeyi yok çok karışık değil yani. 4 verebilirim. 1 puanı kırma sebebi biraz dar olması olabilir.
8	Realistic Experience Perceived quality	Etrafa ulaşabilmenin güvende hissettirmesi	Kabinin güvenlik hissi vermesi önemli. Her lokomotifin güvenlik açısından belli başlı şeyleri aynıdır. Ulaşılabilirlik kolay yani ama o yüzden güvenli hissettiriyor.
8	3D movement ability in space	Olası tehlikelerin ön görülebilmesi	Şu mikrofon kolu uzun herhalde biraz ani bir harekette gözümüze girebilir.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

8	360 degree sightview 3D movement ability in space	Tek bir noktadan değil, farklı farklı noktalardan 360 derece etrafı inceleme imkanı, her türlü detayı incelemelerin e imkan sağlıyor. (içeriği gözlemlemesi ne rağmen kafasını camdan çıkarıp aracın dış tasarımı ile ilgili bir şey görüp yorum yapıyor.	Şeyi baya beğendim ya şu dışardaki korkulukları. Şimdi kafamı camdan çıkarınca tekrar fark ettim.
8	Realistic Experience	Darlık, genişlik tespiti yapılabilmesi	Güvende hissettirmeyen detaylar yüzeyler yok burada çok öyle işte şu mikrofon sadece. Bir de şu masa yüksek olduğu için koltuk da yüksek. Şu ara genişletilebilir az bir şey daha biraz dar hissi yarattı bana. Sonuçta benim buradan rahat inip binmem lazım. Oradaki sıkışıklığı rahatça anlıyorum canım zaten binince direk fark ettim onu. Koltuğu biraz alçaltabilirim ama o zaman da önümü görmem azalır.
8	Realistic Experience	görüş açıları test edebilme	Manevracı ile iletişimde önemli olan önümü görmem. Orada mı değil mi yanlışlıkla ezmemek için adamı. Telsiz falan bozulursa görmek de önemli. Burada puan 4 veririm gerçi kamera da bozulmazsa görülür yani.
8	Visual appeal	İçerisinde bulunma, çalışma isteği uyandırıyor, deneyim özendiriyor	Kabin içi görsel olarak 5. yani iyi olmayınca insanın çalışma şevki kırılıyor. Burada bana çalışma isteği uyandırıyor.
8	Visual appeal	Renkleri algılayabilme	kumanda masası renkleri beğendim. Gri siyah mavi güzel uymuş. Kiri de belli etmez biraz toz belki belli olur ama.. Sırf görüş açısı yüzünden 4 vereceğim ama yoksa 5 veririm.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

8	A good presentation/communication medium	Tasarımın kendini anlatabilmesi	Bu tasarımda tuşların dizilim ekranlar falan gayet iyi sade. Bir karışıklık yok. 5 diyelim.
8	First VR experience	gençlerin rahat alışması	ilk defa da olsa VR ile iyi test ediyorum bu arada hepsine 5 yazabilirsin.
8	Visual appeal	teknolojik algılama	Kumanda masasının yerleşimi ekranlar, kabin içi ferahlık falan teknolojik hissettiriyor.
8	A good presentation/communication medium	Kullanıcının Araç içine yerleştirmek istediği bir komponent için en uygun alanı inceleyerek belirleyebilmesi	Küllük yok dikkatimi çekti de? Sigara içerken nasıl oluyor diye camla konsolun konumunu test ediyorum küllük nereye konabilir diye. Şu sağ tarafta bir geniş alan var gerçi oraya konabilir ama uzak mı kaçar acaba ya da masanın hemen önünde bir açıklık var isteyen oraya da koyabilir belki.
8	A good presentation/communication medium	Tasarım eksikliklerini fark edip, tasarım (VR) üzerinde yaşayarak anlatarak sebebini açıklayabilme	Şu ışık kablosu belki biraz daha uzun olabilir. Şurayı göstermesi açısından. Yani sonuçta önümüze kağıt koyduğumuzda aydınlanması gereken yer şurası olması lazım.
8	Visual appeal	Renkleri algılayabilme	Renk kullanımını beğendim burada. İçine girince yani insanın içi biraz ferahlamalı çok yorucu renkler olmaması lazım. Ama mavi güzel hava katmış çok da yormuyor yani az olduğu için.
8	Realistic Experience	Standarda uygun olduğunu hissedebilme	Bir sıkıntı görmüyorum tuşların kalitesinde yani zaten standardı bu. Olması gereken bu.
8	Realistic Experience	Test edebilme	Gerçeği kadar olmasa da test ediliyor. Belli oluyor algılanıyor yani.
8	lack of VR	dokunma eksikliği	sağlamlığı test etmek için dokunmak lazım tabii. Bununla test edemiyorum.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

8	having potential for education	Tamamen hareket etme hissiyatını daha iyi hissettirebilecek eği gerekçesi ile Kendi kullandıkları simülasyon yerine önermesi, tercih etmesi.	Mesela bizim makine ehliyet sınavları oluyor. Başka bir simülasyonda yapılıyor o. Onda önünde bir ekran oluyor sadece o hareket ediyor. O sınav mesela VR ile yapılabilir. Daha gerçekçi olur tek bir ekranda değil, sağda solda arkada baktığın her yerde gittiğini hissedebilirsin. Beğendim yani VR'ı. Simülatörde kafanı sağa da kaydırsan sola da kaydırsan görüntü aynı ekranda. Ama burada camın farklı noktalarından baktığımızda aracın önünü farklı açılardan görebilme imkanımız oluyor. Camdan kafayı çıkarınca bambaşka açıları da deneyimleyebiliyoruz.
9	possibility to compare with existent vehicle	Karşılaştırma yapabilme (görüş)	Diğer lokomotiflerle hemen hemen aynı görüş açıları, markiz ortaya konmuş onu görüyorum.
9	Realistic Experience	görüşü engelleyebilecek ek kısımları tespit etme	Demıştim ya hani en ön bölgesi, orayı biraz daha oval yapma imkanınız var mı? Oraya bir insan geçerse göremeyebilirim.
9	A good presentation/communication medium	Tasarım önerisinde bulunabilme	Kamera olayı işi çözmüş ama öne gidersem önü gösterse arkaya giderken arkayı gösterse çok iyi olur. Mesela bu kamerayı bir de üste koysak bacanın oraya bir yere? O zaman ben önüme bir vagon geldiğinde de görebilirim. Arka arkaya 15 tane vagon gelirse o kameranın önüne görüntüsü engellenebilir.
9	doubts of VR	mesafe Gerçekle birebir olur mu endişesi	VR gözlüğü ile baya iyi test ediliyor. Çok aşırı gerçekçi olmasa da 4 verebilirim. Gerçekte mesafeyi daha doğru anlayabilirim belki.
9	Realistic Experience	görüşü engelleyebilecek ek kısımları tespit etme	Tasarımda markiz tam ortada kaldığı için iki tarafı da çok net göremiyorsun ama yeteri miktarda görebiliyorsun. Uç noktaların görülebilirliği 3. Ortada kaldığı için tamponun ucunu göremiyorum mesela şuan.
9	Realistic Experience	görüşü engelleyebilecek ek kısımları tespit etme	(Sinyal vagon vb. unsurlar) Şimdi böyle oturunca koltuğa önümdeki vagonun gabari noktasının tamponlarının sağ noktasını görebilirim. Arkamı döndüğümde buradan da yine baya bir görüş açım var.
9	3D movement ability in space	görüşün nasıl iyileştirilebilecek eğine yönelik tasarım önerisi sunabilme	Koltuğu şöyle sağa sola raylı hareket ettirme şansım olursa çok az bir oynamayla daha fazla alanı görebildiğimi fark ettim. Duruma göre koltuğu ayarlayabilirim.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

9	Realistic Experience	Ortamin ağaca kadar canlandırılması gerçekçileştirmiş. Efektler başarılı	Gözlük baya güzel yani ağaç mağaç bulutlar ortamı bayağı gerçekçi göstermiş. Görsel efektler bayağı başarılı.
9	A good presentation/communication medium	tasarımın kendisini anlatabilmesi	Gördüğüm kadarıyla ileri geri yön tuşu fren kolu, kumlama falan tuşların ne olduğu anlaşılıyor yani genel hatlarıyla. Şu ne? Ha masa lambası.
9	Realistic Experience	Erişebilirliğin test edilmesi	Kolay kullanılabilir olduğunu düşünüyorum. Çünkü her şeye ulaşımım var. Puanım 5.
9	360 degree sightview	Baktığı noktaya odaklanabilmesi ve hiçbir detayı kaçırmaması	Şu arkadakiler neymiş? Klima.. Kompartıman ışıkları.. Susta yüklü fren..
9	lack of VR	Aracı gerçekte sürme ihtiyacı	Elimizdeki düzeneğin çok büyük avantajı var. Ne olduğunu görebiliyoruz ama elektronik gördüğümüz için çok gerçekçi değil. Mesela en basitinden elle dokunamıyorsun. Bir arabayı sürmek var, bir de bilgisayar klavyesinde araba oyunu oynamak var. Farklı tabi.
9	A good presentation/communication medium	tasarımın kendisini anlatabilmesi	Kontrol masası kolay anlaşılabilir. İşaretler ve yazılarla yazılmış bu da iyi bir şey. Ne anlama geldiğini bilmesen de şeklinden şemalinden çıkartabilirsin. Makinaya bindiğimde çok rahat kullanabileceğimi düşünüyorum.
9	lack of VR	Aracı kullanma ve birkaç sürüş senaryosunu yaşama ihtiyacı	Kontrol masasını kullanmadan bir şey diyemem rahat alışır mıyım. Ama buradan bakınca kolaymış gibi duruyor. Biraz 68000'liğin Siemens'i gibi hızlı tren gibi. Ama hareket etmem lazım tampon yapmam lazım, aracın hassasiyetlerini anlamam alışmam için.
9	Realistic Experience	Boyut kavrayabilme Materiyal anlayabilme	Konfor önemli. Bunun biraz ufak olması dikkatimi çekti. Onun haricinde kapı hatları belki biraz daha modern olabilirdi. Kapı kolu mesela sonuçta 2018 model araç ama kapı kolu metal.
9	3D movement ability in space	Belirli bir aralıktan rahat geçip geçemeyeceğini test edebilmesi	Konforu ama tam test edemiyoruz. yani buradan bir ya da iki insan mı geçer. Ayağa kalkınca hemen hemen 1 insan geçecek bir boşluk var burada. Biraz dar. Benden biraz daha kilolu bir insan burada hareket etmekte biraz daha zorlanabilir.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

9	possibility to compare with existent vehicle	kıyaslama yapabilme	İç ferahlık önemli. Alanı biraz dar algılıyorum ama belki gözlüktendir, belki gerçekte daha geniş olabilir. ama hissiyat olarak diğer tasarımla kıyaslanamayacak kadar çok iyi.
9	doubts of VR	"VR ile gerçek ürün çıktısı birebir olacaksa" şeklinde belirtmek. Kuşku?	Ferahlığı elime geçecek karşıma çıkacak ürün eğer bu olacaksa test edebiliyorum 5.
9	A good presentation/communication medium	Malzeme seçimine yorum yapma imkanı	Bu tasarımda temizliğinde şöyle bir şüphem var. Bu belki çok kayabilececek bir şey olabilir. Bir tane paspasla bütün demiryolunun her yerini temizliyorlar. Dışarda kullanılan paspasla burayı silerlerse burası muşamba kaygan bir yer olabilir. Halı keçe gibi bir şey olabilirdi, o da biraz leke tutardı ama kaymazdı en azından.
9	Realistic Experience	Aracın daha yüksekte olduğunu algılayabilme	Güvenli hissettirmesi 3 diyebiliriz. Bu tasarımda biraz yüksekte hissediyorum kendimi. Yukarda olması hem görüş açımı artırıyor hem de güvende hissettiriyor. Yani bir çarpma olacak olsa yüksekte daha güvende olurum gibi hissediyorum. (gerçekten daha yüksek)
9	A good presentation/communication medium	Bazı yüzeylerin içini görebilme, duvarın arkasındaki yapıları inceleyebilme	Şu malzeme metal değil herhalde şu köşedeki onun malzemesi ne mesela? (-FRP) kauçuk plastik gibi bir şey yani? (-ama sert yine) Şu köşebentin içi ne mesela boş mu? (-yok orada metal karkas iskelet var) (kafasını duvarın arkasına uzatarak bakar) Ha o zaman tamam sağlamdır. Ama bu duvarların arkasını görme olayı çok iyiymiş, hayalet gibi.
9	lack of VR	dokunma eksikliği	Dokunamadığımız için bunu VR ile test edemiyoruz ama yani.
9	3D movement ability in space	Olası tehlike senaryolarını tahmin etme	Mesela şu alanı biraz daha oval yapma imkanı var mı? Sanki insanın yüzüne değse köşe alan, bir zarar verebilirmiş gibi. Bir de şuraya sünger koyma ihtimalimiz var mı?(cam çubuğu)

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

9	A good presentation/communication medium	Tasarım iyileştirme önerisinde bulunabilme, hata fark etme	Manevracı ile olan iletişim kolaylığı) Telsizin uzak kalması sıkıntı olabilir. Peki benim sesimi şuradaki mikrofon bu uzaklıktan alabilecek mi? Mesela bu mikrofonu buraya değil de buraya koysak ? manevracıyı görebilmek için cama yaklaştığında mikrofondan uzaklaşmış oluyorum. Bu sesimi alsa da ben buna biraz yaklaşma ihtiyacı duyuyorum. Sesimi almayacakmış gibi sanki.(tasarım bu öneri doğrultusunda değiştirildi)
9	A good presentation/communication medium	Görsel beğeniyi test edebilme	Görsel olarak beğenmemize 4 diyelim. Beğenmediğim bir şey yok burada. Şu kumanda ekranı bayağı hoş olmuş. Yani şu alan. Sade ve ulaşılabilir. Tuşlar sadece gerekli olanlar. Gereksizler daha ilerde. Dışarının rengi ile şuradaki renk (mavi çizgi) güzel bir ahenk oluşturmuş. Güzel uyumlu yani.
9	Helpful to imagine	makinanın malzemeleri, renkleri ve detaylarıyla birlikte neye benzeyeceğini önceden gösterebilme, kullanıcıya önceden hayal etmesine imkan sağlama	VR ile test edilmeye 4 diyelim. 5 olmamasının en büyük sebebi dokunamamam. 4 olmasının sebebi ise yani bu kadar iş yapılmış, gerçekçi bir ortama konmuş. Yani bu makinanın gelmeden önce bana gösterilmesi benim bilmem bu bayağı etkili en azından karşıma ne geleceğini önceden görebiliyorum ve tahmin edebiliyorum.
9	possibility to compare with existent vehicle	Modern görüntü algısını kıyaslayabilm e	En son 68000liklere bindik bu onunla hemen hemen yanı hatta daha iyi gibi. Şuan en moderni bu. Yani teknolojik gözüküyor evet.
9	Visual appeal	Renkleri algılayabilme	Gözümü almadığı ve rahatsız etmeyeceği sürece renklerin kullanımı çok önemli değil. Buradaki renk kullanımı gayet hoş. Turkuaz güzel. Görsel olarak test edebiliyoruz. En azından ne renk olduğunu biliyorum.
9	lack of VR	Zaman içinde test etme ihtiyacı	Kaliteli olup olmadığını hissedemiyorum burada. Dokunarak zamanla kullanarak ölçülebilecek bir şey bu. Yani zamanla ne kadar az arıza yaparsa o kadar kaliteli olur. Belli bir zaman geçmesi lazım.
9	Perceived Quality	Sağlam algı ama şüpheli çünkü dokunamıyor	Sağlam hissettiriyor genel olarak güvenilir gözüküyor. Şu an bilgisayar üzerinden bunu hissedemiyorum ama test edemiyorum çok.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

9	Perceived Quality	Güvenilir hissediyor ama şüpheli dokunmak istiyor	Güvenilir olması çok önemli. Korunaklı ve ben kendimi rahat hissediyorum. Net bir şey diyemiyorum ama en azından bana zarar verebilecek bir unsur göremiyorum. Ama dokunamıyorum yani ondan kesin bilgi veremem.
9	Helpful to imagine	Önceden gelecek makinayı deneyimleme imkanı	Kullanabileceğim bir makinayı böyle önceden görüp de kullanmak için kendimi hazırlayabilmem açısından hoş olmuş. Gerçekliği de yansıttığını düşünerek olursak gayet hoş olmuş yani. Gördüğüm kadarıyla tek eksikliği dokunma hissiyatı ama bu aşamada bence o da sorun değil çünkü böyle yeni bir aracı daha önümüze gelmeden görmek çok iyi bir şey. Yani neyle karşılaşacağımızı biliyoruz. Dokunamasam da sanal gözlük bu aşamanın amacını karşılıyor.
10	possibility to compare with existent vehicle	Mevcut makine görüşüyle bir farkı olmadığının değerlendirilip söylenebilmesi	Normal bir manevra lokomotifinden çok bir farkı yok. Normal manevra lokomotifinde de aynı böyle görebiliyorum. Uç noktalar da aynı şekilde. En fazla bu kadar zaten. Gözlükle anlayabiliyoruz. Yani görünüyor yani. Eğilip camdan falan da bakabiliyoruz. VR yani şey olarak gerçekçi duruyor. Yani gelin bir oturun bu gözlükten bakın gelin bir de bizim makineye oturun bakın. Fark eden bir şey yok yani. Görülebilirlik değişmemiş pek. Ama kumanda masası güzel olmuş içerisi değişmiş yenilenmiş. O açıdan güzel.
10	Realistic Experience	Gerçek perspektif görebilme imkanı (engel var mı yok mu anlaşılması)	Sinyalleri görmemizi engelleyecek hiçbir engel yok. Öyle de olması gerekir zaten.
10	Realistic Experience	Erişebilirliğin test edilmesi ve diğer araçlarla kıyaslama yapılabilmesi	Gaz kolunun konumu daha güzel elime daha yakın. Kullanım kolaylığı sağlar. Ana kontrol çünkü. Diğerlerinde daha kenarda kalıyor. Göstergeler güzel yerde. Kameranın olması en güzel şeylerden biri. Özellikle telsizin olması çok iyi 22000lerde olduğu gibi. En çok telsizle kamerayı beğendim.
10	Realistic Experience	Gerçek perspektif görebilme imkanı	Gözlükle rahatça anlayabiliyoruz. Nasıl yani (-hangi özelliği test etmemizi sağlıyor?) Gözüküyor anlıyoruz işte.
10	Realistic Experience	erişebilirliğin 360 derece test edilebilmesi	Erişim kolaylığı 5. Şu an yani diğerine göre daha hani hakimiyet daha kolay. Diğerinde de mesela arka tarafta olan şeyler uzak kalıyor. Arka tarafa uzanmam burada daha kolay. Diğerinde daha zordu. Çok rahat test ediyorum.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

10	Realistic Experience	Erişebilirliğin test edilmesi	Kolay anlaşılabilir organize edilmesi önemli. Bu yeni olan çok iyi yani. Yani dediğim gibi gaz kolundan olsun şuradaki şeyler.. Hızı sabitleme kolu.. Her şey dediğim gibi elimin yakınında olması. Örnek veriyorum biraz önce söylediğiniz şu hız sabitleme kolu 11000liklerin hiç birinde yok. Yani kolay anlaşılabilir organize edilmiş V yazmış burada ama ne bu (-hız) Bunları bizim anlayacağımız dilde yazarsanız daha iyi olur, yani hız yazalım o zaman. Ya da burada back up aktif yazıyor. O Türkçe olabilir. VR ile çok iyi test ediyorum....
10	360 degree sightview 3D movement ability in space	Her objeyi istediği açı ve uzaklıktan inceleyebilme imkanı	Kolay alışabilirlik çok önemli. Şu an ilk defa gördüğüm için zor oluyor. Ama bence bir iki güne çözülür bu. (sırayla inceliyor tuşları yaklaşarak) Yani el alışkanlığı olabilir. (-böyle düşünmenizi sağlayan nedir?) Yani ne derken, masayı görüyorum, inceliyorum. Ona göre konuşuyorum işte.)
10	3D movement ability in space	İncelenen senaryoya göre ayakta(genişli k-darlık testi) veya oturarak(eriş me testi) test edebilme imkanı	(kullanıcı ayakta inceliyor şuan) Şu kırmızı acil durum butonu herhalde. (-evet konumunu beğendiniz mi?) evet aslında oturarak cevap vermek istiyorum bu soruya, tekrar koltuğa oturabilirsek.. Evet güzel. Yani elimle ulaşabileceğim bir yerde
10	Visual appeal	Sanal modellerin konforlu iyi sağlam güvenilir temiz (hep iyi hissettirecek şekilde) hissedilmesi algılanması	Kabin içi konfor çok önemli. Konforlu derken koltuklar mesela güzel. İyi görünüyor. Deri değil kumaş, terletmez. Konforsuz hissettiren bir şey yok. VR ile çok iyi test edebiliyorum?! (bu kadar)
10	Realistic Experience	Gerçekçi derinlik ve boyut algısı	Ferahlık hissi önemli. (-ferah buluyor musunuz?) Evet. (-hoşunuza gitmeyen durumlar var mı?) yok (hoşunuza giden neler?) Masa hoşuma gitti kameralar hoşuma gitti. Böyle içim daralıyormuş gibi hissetmiyorum. Eskisinden daha güzel. (Oda genişliğini ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?) Çok iyi test edebiliyorum. (birebir gerçek gibi mi ?) Evet.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

10	having potential for education	Eski tasarım ile yeni tasarım arasında farklılık gösteren kullanım ayarlarını anlayamıyor. Yeni tasarımı etrafındaki ayarları tanımlayıp anlatarak anlatıyoruz. Gerçek aracın içinde nasıl olacağını kendisine izah ediyorduk gibi takip edip anlıyor. (o sırada kafasını karıştıran konuları sorabiliyor) (deneyimleyerek öğrenme imkanı)	Temizlik konusunda sıkıntı yaratacak bir şey yok. Eskisinden daha güzel. Bu alt kapakların açıldığı yer nerede? (-yangın tüpünün arkasında arkanızda) Bu moderabil freni oradan mı iptal ediyoruz? Eskisinde kapağı açıyorduk oradan vanaları açıp kapatıp değiştiriyorduk fren modları değişiyordu. Bunda oradan mı yapıyoruz? Nereden yapıyoruz? (yeni kullanım senaryosunu etrafındaki tuşları göstererek anlatabiliyorum.)
10	Perceived Quality	Sanal modellerin konforlu iyi sağlam güvenilir temiz (hep iyi hissettirecek şekilde) hissedilmesi algılanması	Güvenlik hissi vermesi ne kadar önemli? Burada tehlikede hissettiren bir şey yok. (güvende hissettiren nedir?) güvende hissettiren bir şey de yok. Yani kullanıyoruz aracın içindeyiz sonuçta.
10	3D movement ability in space	Olası tehlikeleri ön görebilme	Mikrofon çok mu uzun acaba. Mesela çarpma anında bu bana etki yaratabilir mi? Yani şöyle öne doğru meyillenince sıkıntı olabilir. Başka da bir şey yok

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

10	lack of VR	ses ile test etme ihtiyacı (ama ortam seslerinin buna göre analiz edilip hazırlanması gerekir. Başka bir çalışmanın konusu olabilir)	Manevracı ile olan iletişim en önemlilerinden. Sadece telsizle haberleşebiliyoruz. Telsizden gelecek sesin iyi ve net olması çok önemli. Bunu gerçekte göremediğim sürece buna bir şey söyleyemem. Hani telsizdeki frekans önemli. Bu görmeyle değil duyma ile alakalı bir şey.
10	Perceived Quality	Sanal modellerin konforlu iyi sağlam güvenilir temiz (hep iyi hissettirecek şekilde) hissedilmesi algılanması	Görsel stil olarak beğenmediğim bir şey yok. Gaz ve freni beğendim. Kamera. Telsiz mikrofon. Başka bir şey yok. Eskisine göre söylersek eskisi Şahin, bu Mercedes gibi duruyor yani. Bu ona göre 10 numara yani. karmaşık gözükken bir şey yok. Ön konsol mesela. Temizlik açısından söyleyeyim. Nasıl söylesem. Diğerleri pis ve karmaşıktı bu böyle temiz güzel yani. Kabin içi teknoloji eskisine göre daha iyi. Daha teknolojik olması belki biraz kafa karıştırabilirdi. Bu böyle alıştığımız gibi sade böyle iyi.
10	Visual appeal	Renk algısı gerçekçi	Renk kullanımı o kadar önemli değil. Bu güzel yani şey olarak.. Mesela kırmızı güzel yani dikkat çekici. Güzel hissettiren yani bilemedim nasıl desem. Renkler hoş yani. Renkleri çok rahat test ediyorum. Gerçekle birebir aynı yani.
10	Perceived Quality	Sanal modellerin konforlu iyi sağlam güvenilir temiz (hep iyi hissettirecek şekilde) hissedilmesi algılanması	Kontrollerin kaliteli olması) Kalitesiz hissettiren bir şey yok. Şimdi kameranın olması mesela kaliteli gibi gösteriyor. Ne bileyim kaliteli duruyor işte.
10	Discomforts of VR	kafa dönmesi yaratması	Biraz ara verebilir miyiz bu arada gözlerim ağrıdı da. Nasıl bir ağrı oldu gözünüzde? Tıpkı ilk kez numaralı gözlük kullanmak gibi. Hani ilk defa numaralı gözlük takarsınız da başınız döner ya biraz onun gibi oldu.
10	lack of VR	dokunma ihtiyacı	Kontrollerin sağlam olmasını şimdi bu ekrana göre konuşamayız ama. Dokunmak lazım. Yani gaz kolu bizim gaz koluna göre daha iyi duruyor ama kullanıp da bakmak lazım.

Table F.1 Stage 4 – Raw Interview Data (Turkish) (Continued)

10	lack of VR	Kullanarak bakma ihtiyacı	Kontrollerin güvenilir olması ne kadar önemli?) Güvenilir olması mı ? Zaten biz o tuşlara göre şey yapıyoruz. Yani mesela şu kırmızı tuş güvenilir olmazsa bozuk olursa niye kullanalım. Şu an bir de sadece görerek bakıyoruz. Uygulamalı olması lazım bunu test etmek için.
----	------------	---------------------------	--

APPENDIX G

STAGE 4 - PARTICIPANT QUOTATIONS (TURKISH)

- 1) “Gözlük baya güzel yani ağaç mağaç, bulutlar ortamı bayağı gerçekçi göstermiş.” (P09)
- 2) “Yaşadığım sanal ortam deneyimi çok güzel. Her şey etrafımızda sıralanmış. Sanki birebir o ortamdaymışız gibi. Gerçekçi yani orada bizimki gibi bir iş ortamı yaratmış.” (P05)
- 3) “Şu lokomotifin önündeki baca var ya o serbest görüş alanını engelliyor biraz. Ama eskisinde daha yakındı aslında dolayısıyla daha çok alanı engelliyordu.” (P08)
- 4) “Göz zevki tabii ki önemli. Operatör için gördüğü şeyi beğenmesi önemli tabii ki çünkü çalışmak için gerekli motivasyonu sağlayan şeydir bu. Eğer gördüğüm şeyi beğenemezsem tüm gün nasıl orda kalabilirim ki?” (P06)
- 5) “Eğer mavi demek yerine turkuaz diyorsam yeterince etkili zaten çünkü yakın renk tonlarını bile ayırt edebiliyorum.” (P05)
- 6) “Sanal gözlük ile gerçekteki gibi kafamı çevirdiğim yerde aradığım özelliği görebiliyorum. Önceden gösterdiğiniz resimlerde öyle çok anlaşılmıyordu.” (P05)
- 7) “Bu duvarların arkasını görme olayı çok iyiymiş, hayalet gibi.” (P09)
- 8) “Bunlara cevap veriyorum ama eğer burada gördüğüm gerçek ürünle birebir aynı olacaksa, veriyorum. Belki gerçek olan bundan biraz daha farklı olacak. Belki bazı sorulara ona göre cevap vermek lazım.” (P05)
- 9) “Sanal gözlüğün biraz yanıltıcı payı olur gibi hissediyorum, gerçek olmadığını biliyorum sonuçta, sadece sanal bir taklit.” (P01)
- 10) “Alanı biraz dar algılıyorum ama belki gözlüktendir, belki gerçekte daha geniş olabilir.” (P09)
- 11) “Araç şimdi yeni ve temiz gözüküyor ama böyle kalmayacak tabii. Makinistler bir kullanmaya başladı mı toz, kir, yağ içinde kalacak. Beyaz duvarlar grileşecek, parlak yerler çamur içinde kalacak.” (P01)
- 12) “Malzemeye dokunmadan kontrollerin, ekranların kalitesi hakkında yorum yapmak zor. Görünüşte iyi, eğer sadece gördüğüme dayanarak konuşacaksam, iyi ve sağlam duruyorlar, ama eğer gerçekte dokunabilseydim belki yorumum değişirdi o yüzden yanlış yönlendirmek istemiyorum.” (P02)
- 13) “Gördüğüm kadarıyla tek eksikliği dokunma hissiyatı ama bu aşamada bence o da sorun değil çünkü böyle yeni bir aracı daha önümüze gelmeden görmek çok iyi bir şey. Yani neyle karşılaşacağımızı biliyoruz. Dokunamasam da sanal gözlük bu aşamanın amacını karşılıyor.” (P09)
- 14) “Tıpkı ilk kez numaralı gözlük kullanmak gibi.” (P10)

APPENDIX H

STAGE 4 - SUMMARY OF THE INTERVIEW DATA

Table H.1 Stage 4 – Summary of the Interview Data

Potentials of VR In User Evaluation	Data Content	Data Source	Evaluation Criteria	Partici pants
ADVANTAGES	Feeling like being in a real work environment thanks to the outer world factors such as a terrain, rails, other carriages, trees, the wind moving the trees and the sky	User's comment	general evaluation of VR HMD	2,5,8,9
	Perceiving and guessing the real dimensions regarding wideness, narrowness and spaciousness	Researcher's insights based on User's comments	comfort	1,2,4, 5,7,8, 9,10
	Seeing in real eye perspective - perceiving depth of field - detecting objects preventing sight	User's comment	visibility	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
	Defining reachable areas	User's comment	reachability	1,2,3,4, 5,6,7,8, 9,10
	Sensing if the controls are suitable with the standards	User's comment	ease of use	8
	Possibility of comparing with existent real vehicles in terms of visibility, reachability and interior spaciousness	User's comment	visibility, reachability, interior spaciousness	1,2,3, 4,5,7, 8,9,10
	Ability of evaluating visual appeal: what they like about colors, materials and forms	User's comment	visual appeal	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
	The ability of guessing the objects' material	User's comment	comfort, safety, visual appeal	4,5,6, 7,9

Table H.1 Stage 4 – Summary of the Interview Data (Continued)

		VR's being a good communication tool between the user and the researcher	Researcher's insights based on User's comments	general evaluation of VR HMD	2,3,5, 7,8, 9,10
		VR's having potential for education	User's comment	general evaluation of VR HMD	8, 10
	360 degrees of sight view	the designer's ability of presenting the design to a user clearly and the user's ability to focus on design details where he looks	Researcher's insights based on User's comments	visibility, ease of use, comfort, safety, visual appeal	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
		The ability of testing if an object is in or out of the active sight view	Researcher's insights based on User's comments	visibility	2,3,4, 8,10
		The ability of living the moment from a user's viewpoint. In other words, following the acts and the points that users look at, by observing their head movements and the vision on the screen	Researcher's insight based on user's movements	general evaluation of VR HMD	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
	3D movement ability in space	The ability of reporting the best sight point in 3D space by moving his body and head position	User's comment	visibility	1,2,3, 4,6,8,9
		Detecting problems concerning ergonomics	User's comment	visibility, comfort	8
		Foreseeing the potential dangers in the moment of an accident	User's comment	safety	5,6,7, 8,9,10
		The ability of testing the free moving space in the cabin and the ease of passing through between to objects	User's comment	comfort	1,3,4, 5,8,9
		the user's ability of observing around by sitting or standing according to the detail he focuses on	Researcher's insight based on user's movements	comfort, reachability	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
		The user's ability of testing the reachability in different body positions such as when their head and one arm is out of the window or sitting in different positions like sitting straight or spreading.	User's comment	reachability	1,3,6, 8,9

Table H.1 Stage 4 – Summary of the Interview Data (Continued)

DISADVANTAGES		The user's ability of observing the design in any angle and distance he wants	Researcher's insight based on user's movements	general evaluation of VR HMD	1,2,3, 4,5,6,7, 8,9,10
		Expressing himself by showing the content he talks about with his virtual hands	Researcher's insight based on user's movements	general evaluation of VR HMD	3,4,5, 6,7, 9,10
	the risk of being misleading in some conditions	Having doubts about the accuracy of dimensions	User's comment	comfort	1,5, 7,9
		Perceiving everything clean, shiny, durable and reliable	Researcher's insights based on User's comments	perceived quality	1,2,3, 7,10
		the need of experiencing also the real product to be sure	User's comment	general evaluation of VR HMD	1,2, 7,9
	providing limited reality	The need of perceiving by touching	User's comment	perceived quality	1,2,4, 6,7,8, 9,10
		The need of testing by really interacting with the control elements	User's comment	ease of use	5,6,7
		The need of starting the engine and operating the vehicle	User's comment	ease of use, perceived quality	1,2, 5,9
		The need of testing in time by really using the vehicle	User's comment	perceived quality	1,4, 5,9
		The need of testing with sounds such as the sound of engine, radio and environmental noises	User's comment	comfort, safety	2,3, 10
		Insufficient glass resolution for far and little details such as labelling and writings.	User's comment	ease of use	1,3,5, 6,8
		Fuzzy or slightly vibrating image of VR screen.	User's comment	general evaluation of VR HMD	4,5, 6,8
		the detection of VR glasses' narrower sight view compared to real eyes.	User's comment	visibility	3,7
	discomfort for users in long term	headset's problem of sweating the face	User's comment	general evaluation of VR HMD	3,4,5

Table H.1 Stage 4 – Summary of the Interview Data (Continued)

		the problem of evapotation on the VR glasses' screens	User's comment	general evaluation of VR HMD	3,4
		Feeling pressure on head and face which is caused by headset	User's comment	general evaluation of VR HMD	6
		Psychologically feeling pressure on eyes	User's comment	general evaluation of VR HMD	5
		Eye tiring vision of glasses	User's comment	general evaluation of VR HMD	1, 5, 10
		Dizziness caused by glasses	User's comment	general evaluation of VR HMD	10
	unfamiliarity with the VR system	Some user's suffering the difficulties of being a stranger to the VR system and having difficulty to be adapted	Researcher's insight based on user's movements	general evaluation of VR HMD	1,2, 3,7
		Not being able to use the virtual hand devices correctly and effectively	Researcher's insight based on user's movements	general evaluation of VR HMD	1,3, 5,7
		Only getting used to the VR system towards the end of the interview	User's comment	general evaluation of VR HMD	3,7

APPENDIX I

STAGE 4 - IMPORTANCE AND SATISFACTION SCORES (TURKISH)

Table I.1 Stage 4 – Importance and Satisfaction Scores (Turkish)

KATILIMCI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ORTALAMA
VISIBILITY											
1) Aracın görüş açılarının iyi olması ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	5	4	3	4	5	4	4	4	5	4,1
a. Lokomotifin uç noktalarının görülebilirliği ne kadar önemli?	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4,9
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	5	4	4	4	5	4	4	3	5	4,1
b. Lokomotif alanının çevresinde bulunan vagon, sinyal vb. unsurların görüş açılarının iyi olması ne kadar önemli?	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4,9
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	4	3	3	5	5	5	5	5	4,4
EASE OF USE											
1) Aracın genel anlamda kolay kullanılabilir olması sizce ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4,9
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	5	4	3	5	5	5	3	5	4,4
a. Kontrollere erişim kolaylığı sizce ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4,7
b. Kontrol masasının kolay anlaşılabilir şekilde organize edilmesi sizce ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4,5
c. Kontrol masasının kolay alışılabilir şekilde organize edilmesi sizce ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4,8
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	4	4	4	2	5	5	1	5	3,9
COMFORT											
1) Kabin içindeki genel konfor ne kadar önemli?	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4,8
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	4	4	4	5	5	5	5	2	5	4,3
a. Kabin içindeki ferahlık hissi sizce ne kadar önemli?	5	5	3	5	4	5	4	5	5	5	4,6
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	5	4	5	5	3	5	5	5	4,6
b. Kabin içinin kolay temizlenebilir olması sizce ne kadar önemli?	5	5	3	5	3	5	5	3	5	1	4

Table I.1 Stage 4 – Importance and Satisfaction Scores (Turkish) (Continued)

VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	5	5	5	5	3	5	5	5	2	5	4,5
SAFETY											
1) Kabinin güvenlik hissi vermesi sizce ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	4,8
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	3	5	5	3	5	5	5	2	4	4,1
a. Kabin içindeki yüzeylerin bir çarpma anında kişiye zarar vermeyecek şekilde görünmesi sizce ne kadar önemli?	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4,8
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	5	5	4	4	3	5	5	3	5	4,2
b. Manevracı ile olan iletişim kolaylığı sizce ne kadar önemli?	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	4	3	4	3	5	5	3	1	3,7
VISUAL APPEAL											
1) Kabin içini görsel olarak beğenmeniz ne kadar önemli?	3	3	3	4	4	5	1	3	4	2	3,2
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4,5
a. Kabin içinin sade görünmesi sizce ne kadar önemli?	5	2	4	4	4	3	3	3	4	4	3,6
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	5	5	4	5	5	4	5	4	3	4,3
b. Kabin içinin teknolojik görünmesi sizce ne kadar önemli?	4	3	3	1	4	1	1	3	1	1	2,2
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4,5
c. Kabin içindeki renk kullanımı sizce ne kadar önemli?	4	3	3	3	3	1	3	4	3	1	2,8
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4,8
PERCEIVED QUALITY OF CONTROLS AND DISPLAYS											
1) Kabindeki kontrol ve ekranların kaliteli olması ne kadar önemli?	5	4	3	5	4	4	5	5	5	2	4,2
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	2	3	5	2	4	1	2	5	3	5	3,2
2) Kabindeki kontrol ve ekranların sağlam olması ne kadar önemli?	5	5	4	5	3	5	5	5	5	3	4,5
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	4	2	4	3	3	2	1	1	1	2,4
3) Kabindeki kontrol ve ekranların güvenilir olması ne kadar önemli?	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4,8
VR ile ne kadar rahat test edebiliyorsunuz?	3	4	4	3	4	1	3	4	3	1	3