

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



NASA-TLX YÖNTEMİNDE AĞIRLIKLARIN BELİRLENMESİNDE
KONJOİNT ANALİZİNİN KULLANIMI

MERVE KAYAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Demet GÖNEN OCAKTAN (Tez Danışmanı)
Prof. Dr. Gülşen AYDIN KESKİN
Dr. Öğr. Üyesi Hatice ESEN

BALIKESİR, ŞUBAT - 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**NASA-TLX Yönteminde Ağırlıkların Belirlenmesinde Konjoint Analizinin Kullanımı**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Merve KAYAK

ÖZET

NASA-TLX YÖNTEMİNDE AĞIRLIKLARIN BELİRLENMESİNDE KONJOİNT ANALİZİNİN KULLANIMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE KAYAK

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. DEMET GÖNEN OCAKTAN)

BALIKESİR, ŞUBAT - 2023

Günümüzde iş yaşamı, hayatın önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. İş yaşamında gün içerisinde olumlu veya olumsuz tecrübe edilen tüm durumlar yaşam kalitesini etkilemektedir. İş yaşamının, bu süreden geriye kalan zamanda tam bir doyum sağlaması için yapılan işin, zihni yormaması gerekir. Zihinsel iş yükü, bir kişinin belirli bir süre boyunca bir görevi tamamlaması için gerekli olan zihinsel iş miktarı olarak tanımlanır. Zihinsel iş yükünün belirlenmesinde objektif ve subjektif ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Objektif ölçüm yöntemleri zihinsel iş yükünü fizyolojik ölçümlerle ortaya koyarken, subjektif ölçüm yöntemleri ise öznel yargılardan yola çıkarak ölçüm sağlamaktadır.

Bu çalışmada jeneratör ve alternatör üretimini gerçekleştiren bir firmanın AR-GE Merkezi çalışanlarının zihinsel iş yüklerine odaklanılmıştır. AR-GE Merkezi çalışanlarının gün boyu yaptıkları işler sonucu algıladıkları zihinsel iş yükleri belirlenerek, çalışanları olumsuz etkileyen performans düşüklüklerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. İş yükü ölçümü için, subjektif ölçüm yöntemlerinden NASA-TLX kullanılmıştır. NASA-TLX yöntemi ile elde edilen ağırlık puanları, kart sıralama için kullanılan konjoint analizi ile de bulunmuş, sonuçların çok az değiştiği (± 4 puan), birçok iş yükü puanının da iş yükü ölçüm yöntemindeki bulunan sonuçlara yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Zihinsel iş yükünün azaltılması konusunda firmaya görev tanımlarının birbirinden ayrılması, yetkilendirme ve sorumlulukların belirlenmesi, eğitim ve sosyal aktivitelerin artırılması, süreli işlerin plan dahilinde gerçekleştirilmesi konularında iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELEER: Zihinsel iş yükü, NASA-TLX, taguchi metodu, konjoint analizi

Bilim Kod / Kodları : 90603, 20506, 20507

Sayfa Sayısı : 74

ABSTRACT

USE OF CONJOINT ANALYSIS TO DETERMINE WEIGHTS IN NASA-TLX METHOD

MSC THESIS

MERVE KAYAK

BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

INDUSTRIAL ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. DEMET GÖNEN OCAKTAN)

BALIKESİR, FEBRUARY - 2023

Today, business life constitutes an important part of life. All situations that are experienced positively or negatively during the day in business life affect the quality of life. In order for business life to provide full satisfaction in the remaining time, the work should not tire the mind. Mental workload is defined as the amount of mental work required to complete a task over a period of time. Objective and subjective measurement methods are used to determine the mental workload. While objective measurement methods reveal the mental workload with physiological measurements, subjective measurement methods provide measurement based on subjective judgments.

In this study, the mental workload of the employees of the R&D Department of a company that produces generators and alternators is focused. It is aimed to improve the low performance that adversely affect the employees by determining the mental workloads perceived by the R&D Department employees as a result of their work throughout the day. For workload measurement, NASA-TLX, one of the subjective measurement methods, was used. The weight scores obtained with the NASA-TLX method were also found by the conjoint analysis used for card sorting, it was determined that the results changed very little (± 4 points), and many workload scores gave results close to the results found in the workload measurement method. In order to reduce the mental workload, improvement suggestions were made to the company in terms of separating job descriptions from each other, determining authorization and responsibilities, increasing educational and social activities, and performing timed works within a plan.

KEYWORDS: Mental workload, NASA-TLX, taguchi method, conjoint analysis

Science Code / Codes : 90603, 20506, 20507

Page Number : 74

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|---|------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ | iv |
| TABLO LİSTESİ | v |
| KISALTMALAR | vi |
| ÖNSÖZ | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Literatür Araştırması | 2 |
| 2. İŞ YÜKÜ | 6 |
| 2.1 Fiziksel İş Yükü | 7 |
| 2.1.1 Akselometreler | 8 |
| 2.1.2 Pedometreler(Adımsayarlar) | 9 |
| 2.1.3 Çift Etiketli Su Yöntemi(Doubly Labeld Water) | 10 |
| 2.1.4 Kalp Atım Monitörü | 10 |
| 2.1.5 Çoklu Sensör Sistemleri | 11 |
| 2.1.6 Kalorimetre | 11 |
| 2.2 Zihinsel İş Yükü..... | 12 |
| 2.2.1 Cooper-Harper Rating Scala | 13 |
| 2.2.2 SWAT(Subjective Workload Assessment Technique) | 13 |
| 2.2.3 Nasa Bi Polar Tekniği | 17 |
| 2.2.4 İş Yükü Profile(Workload Profile) | 17 |
| 2.2.5 Bedford Ölçütü | 18 |
| 2.2.6 Overall Workload(Toplam İş Yükü) | 19 |
| 2.2.7 NASA-TLX | 20 |
| 3 NASA-TLX (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION TASK LOAD INDEX) | 24 |
| 4. KONJOİNT ANALİZİ (CONJOİNT ANALYSIS) | 31 |
| 5. UYGULAMA | 34 |
| 5.1 Uygulama Yapılan Şirketin ve AR-GE Merkezinin Tanıtımı | 34 |
| 5.2 AR-GE Merkezi Çalışanlarının Zihinsel İş Yükü Ölçümünün Yapılması | 35 |
| 5.3 NASA-TLX Yöntemi İçin Anket İle Veri Elde Edilmesi | 38 |
| 5.4 Kart Sıralama İçin Taguchi Yönteminin Kullanılması | 43 |
| 5.5 Sıralanan Kartların Konjoint Analizi Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi | 46 |
| 6. SONUÇ | 55 |
| 7. KAYNAKLAR | 57 |
| EKLER | 69 |
| EK A: Anket Soruları | 70 |
| EK B: NASA-TLX Sonuçları | 73 |
| ÖZGEÇMİŞ | 74 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | <u>Sayfa</u> |
|--|---------------------|
| Şekil 3.1: NASA-TLX puanlama skalası..... | 28 |
| Şekil 3.2: İkili karşılaştırmalar..... | 29 |
| Şekil 5.1: İşbir Elektrik Sanayii A.Ş. AR-GE Merkezi | 34 |
| Şekil 5.2: Kart örnekleri..... | 45 |
| Şekil 5.3: Konjoint analizi için plan dosyası..... | 47 |
| Şekil 5.4: Konjoint analizi için sıralama dosyası | 47 |
| Şekil 5.5: Konjoint analizi için Syntex dosyası | 48 |

TABLO LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Tablo 2.1: Zaman baskısı puan skalası. | 14 |
| Tablo 2.2: Çaba baskısı puan skalası. | 14 |
| Tablo 2.3: Stres baskısı puan skalası. | 14 |
| Tablo 2.4: 27 adet kart sıralaması. | 16 |
| Tablo 2.5: İş yükü profile derecelendirme tablosu. | 18 |
| Tablo 2.6: Toplam iş yükünün belirlenmesi. | 20 |
| Tablo 2.7: Zihinsel iş yükü ölçümleri karşılaştırması. | 22 |
| Tablo 3.1: NASA-TLX bilişsel yük değerlendirme boyutları. | 25 |
| Tablo 3.2: Zihinsel iş yükünün seviyesi. | 29 |
| Tablo 5.1: AR-GE Merkezi iş yükleri. | 37 |
| Tablo 5.2: AR-GE Merkezi çalışanları NASA-TLX puanlama skalası. | 38 |
| Tablo 5.3: AR-GE Merkezi çalışanları NASA-TLX ikili karşılaştırmaları | 40 |
| Tablo 5.4: AR-GE Merkezi çalışanları NASA-TLX iş yükü değerleri. | 41 |
| Tablo 5.5: Taguchi Yöntemi ile 6 faktör ve 5 boyut için oluşturulan kartlar. | 44 |
| Tablo 5.6: Konjoint Analizi ile elde edilen ağırlık yüzdeleri. | 48 |
| Tablo 5.7: AR-GE Merkezi çalışanları NASA-TLX puanlama ve Konjoint Analizi ağırlık skalası. | 51 |
| Tablo B.1: NASA-TLX mobil uygulaması çözüm sonuçlarının bir çalışan üzerinde gösterimi | 73 |

KISALTMALAR

| | |
|-----------------|---|
| AR-GE | : Araştırma Geliştirme |
| iOS | : iPhone Operating System |
| NASA-TLX | : National Aeronautics and Space Administration-Task Load IndeX |
| SWAT | : Subjective Workload Assesment Tecnique |

ÖNSÖZ

İnsanoğlu, hayatını sürdürebilmek için binlerce yıl öncesinde bile bir gayret içerisinde bulunmuş ve hayatını devam ettirebilmek için kazanç sağlamayı kendine ilke edinmiştir. Bu sebepten iş yaşamı her zaman insanoğlu için önemli olmuş ve bu sayede de bilimin araştırma konularından biri olarak her dönemde karşımıza çıkmıştır. Günümüzde de insanların zihinlerinde hissettikleri iş yükünü belirlemek ve uygun çözümler getirmek oldukça önemlidir.

Savunma Sanayi Sektörü şirketlerinden bir firmanın AR-GE Merkezi çalışanlarının iş yüklerini belirlemek, farklı analiz yöntemleri ile bu iş yükünü doğrulamak adına yürütmüş olduğum yüksek lisans tezimde, lisans ve yüksek lisans eğitim hayatım boyunca destek veren ve yol gösteren başta danışman hocam Sayın Doç.Dr. Demet GÖNEN OCAKTAN ve diğer tüm hocalarıma, yüksek lisans eğitimim boyunca tüm olanakları sağlayan ve yardımlarını esirgemeyen İŞBİR Elektrik Sanayii A.Ş. Genel Müdürü Sayın Burhan ÖZGÜR, Teknik Direktör Sayın İzzet YIRGAL, AR-GE Müdürü Sayın Alper AKÇA ve tüm mesai arkadaşlarıma, tüm yaşamım boyunca desteğini üzerimden eksik etmeyen değerli annem Pakize ÖZDEM, değerli babam Mehmet ÖZDEM'e, kıymetli kardeşim Ömer Faruk ÖZDEM, kıymetli eşim Aydın KAYAK'a ve tüm arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Balıkesir, 2023

Merve KAYAK

1. GİRİŞ

Yaşamın devamlılığını sağlamak için gerekli olan kazancı elde etmek açısından para kazanmak, insanlık için tüm zamanlar boyunca önemini korumuştur. İş yaşamında gün içerisinde olumlu veya olumsuz tecrübe edilen tüm durumlar yaşam kalitesini etkilemektedir. Bu sebepten iş yaşamı her zaman insanlar için öncelikli sırada olmuş ve bu sayede de bilimin araştırma konularından biri olarak geçmişte ve günümüzde karşımıza çıkmıştır.

İnsanların üzerlerinde hissettikleri iş yükünü belirlemek, bilimsel yöntemler ile ölçmeye çalışmak ve uygun çözümler getirmek oldukça önemlidir. Çalışanların üzerlerinde hissetmiş oldukları yük, fiziksel olabileceği gibi zihinsel de olabilmektedir.

Savunma sanayi sektörü, diğer tüm sektörler gibi özellikle son yıllarda önemli ve başarılı faaliyetlere imza atmaktadır. Bu faaliyetler ise başta savunma sanayi şirketlerinde çalışan kişiler ve ülkemiz için gurur kaynağı oluşturmaktadır. Bir ülkenin savunma sanayisinin gelişmiş olması uluslararası platformlarda o ülkeyi ön sıralara çıkartmaktadır. Savunma sanayi projeleri yürüten şirketler bu anlamda büyük bir sorumluluk ve rol üstlenmektedir.

Bu çalışma, savunma sanayi şirketlerinden önde gelen bir firmanın AR-GE Merkezi çalışanlarının zihinsel iş yükünün ölçülmesini kapsamaktadır. Zihinsel iş yükünü ölçmek için literatürde birçok yöntem vardır. En çok kullanılan zihinsel iş yükü ölçüm tekniklerinden birisi ise NASA-TLX yöntemidir. NASA-TLX Yöntemi iş yükünü altı ölçekte ele almaktadır.

Günümüz teknolojisinde, çalışma hayatına bilgisayarların dahil olması, tasarım-test ve analizlerin bilgisayar üzerinden yapılması AR-GE merkezi çalışanlarında fiziksel iş yüküne nazaran zihinsel iş yükü oluşturmaktadır. Bilgisayar başında uzun süren test ve analizler, proje bitiş tarihinde bitmesi gereken projelerin çalışan üzerinde oluşturduğu zamansal baskılar, yoğun bir efor gösterilerek tüm bölümler ile koordinasyon sağlamak gibi konular çalışan üzerinde zihinsel iş yükü oluşturmaktadır. Bu tezde AR-GE merkezi çalışanlarının zihinsel iş yükünün NASA-TLX yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmış, farklı ve önemli diğer bir öznel iş yükü ölçüm yöntemi olan SWAT yöntemi çözümünün temelinde yatan kart sıralamanın bu yöntemde de anlamlı sonuçlar verip vermeyeceği üzerinde çalışılmıştır. İş

yüklerinin belirlenmesi anket yöntemi ile gerçekleştirileceğinden çalışma için, Balıkesir Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Etik Komisyonu'nun 15.11.2022 tarih ve 2022/5 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır. Kart sıralama yöntemi ile çalışanlara iş yüklerini kendi içlerinde sıralaması istenmiş, elde edilen sıralamalar IBM SPSS Statistics 26 programına girilerek analiz edilmiştir.

Plan dosyası, sıralama dosyası ve Syntex dosyası ile birlikte konjoint analizi yapılması sağlanmış ve kart sıralama sonrası elde edilen ağırlık puanlarının, altı faktöre verilen puanlar ile çarpılması sonucu ortaya çıkan iş yükü puanının, NASA-TLX Yöntemi ikili karşılaştırma sonucu elde edilen ağırlıkları çarpılması ile ortaya çıkan iş yükü puanı ile benzerlik gösterdiği gözlenmiştir.

1.1 Literatür Araştırması

Zihinsel iş yükünün çalışan üzerinde oluşturacağı etkiler ve bu etkileri azaltmak amacıyla literatürde yer alan çalışmalar incelenmiştir. Bu bölümde iş yükünün çalışan üzerinde etkileri, beyaz yakalı çalışanların zihinsel iş yükünün ölçülmesi, AR-GE Merkezi çalışanlarının zihinsel iş yüklerinin tespiti ve konjoint analizinin zihinsel iş yükü ölçümlerinde ağırlık belirlenirken kullanılması ile ilgili çalışmalar özetlenmiştir.

Çalışmalarda iş yükünün çalışanlar üzerinde etkilerine, bu etkinin nelere sonuç verdiği ve iyileştirme önerilerine değinilmiştir. Shabbir ve ark. (2017), çalışanlarda oluşan iş yükünün performans düşüklüğüne ve stres artışına sebep olduğunu ortaya koymuşlardır. Sosyal içerikli ödeneklerin bu sebepleri ortadan kaldıracağına vurguda bulunmuşlardır. Ilies ve ark. (2010), iş yükünün çalışmada sıkıntı ve stresi arttırdığını tespit etmişlerdir. Bu artışın çalışan üzerinde fizyolojik reaksiyonlar (kan basıncı artışı vs.) meydana getirdiğini ortaya koymuşlardır. Hancock ve ark. (1995), iş yükünün hava yolu çalışanlarının performansını nasıl etkilediği üzerinde çalışmışlardır. İş yükü arttıkça performans ve dikkatin azaldığı sonucuna varmışlardır. Çoban (2019), çalışmada, hava yolu çalışanlarında insandan kaynaklı hataların aşırı iş yükü ve zaman baskısı sebebiyle meydana geldiğini tespit etmiştir. Öneri olarak prosedürlerin aktif kullanılmasını, kontrollerin sıklaştırılmasını, dört gün mesai-dört gün dinlenme şeklinde çalışılmasını ve eğitimlerin artmasını savunmuştur. Bozdoğan (2020), aşırı iş yükünün beraberinde stres gibi unsurların, işten ayrılmalara sebep olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma ortamlarının düzenlenmesi, eksik istihdamın giderilmesi, eşit iş yükü, yeteneklere yönelik alanlarda çalışma, sosyal etkinlik ve eğitimler

ile bu durumların azaltılabileceği üzerinde durmuştur. Huey ve ark. (1993), iş yükünün yapılan işte hataların artmasına ve koyulan hedeflere daha az ulaşılmasına sebep verdiğini tespit etmişlerdir. Düzenli eğitimler ile bu durumun önüne geçebileceğini savunmuşlardır. Altay ve ark. (2018), iş yükünün çalışma hayatında etkilediği yaşam kalitesi, işten ayrılma isteğinin artması gibi unsurlara değinmişlerdir. İşletme içi samimi ve adil yaklaşımlar ile çalışma sürelerinin yeniden düzenlenmesi gibi konuların, bu unsurları en aza indirebileceğini tespit etmişlerdir.

Zihinsel iş yükü ölçüm yöntemi olarak NASA-TLX yönteminin literatürde sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Asyidikiah ve ark. (2022), mühendislerin stres seviyesinin fazla, verimliliğin ve performanslarının düşük olmasından kaynaklı zihinsel iş yükü ölçümlerinde bulunmuşlardır. Ölçümler sonucunda mühendislerin zihinsel iş yüklerinin yüksek olarak nitelendirildiği ve en etkili faktörün fiziksel gereksinim ve çaba olduğu ölçülmüştür. Düzenli egzersizin, dinlenme sürelerinin artmasının ve ergonomik ofislerde çalışılmasının zihinsel iş yükünü azaltacağını tespit etmişlerdir. Rachmuddin ve ark. (2020), mühendislik hizmetleri departmanında çalışan mühendislerin verimlilik ve performanslarını arttırmak adına zihinsel iş yükü ölçümlerinde bulunmuşlardır. Öneri olarak mühendislere eşit iş yükü sağlanması, stres azaltma programlarına yatırım yapılması ve ödül sistemlerinin artması gerektiğini ifade etmişlerdir. Rachmuddin (2020), mühendislik hizmetleri departmanında çalışan mühendisler üzerinde zaman baskısının azaltılması için zihinsel iş yükü ölçümü yapmıştır. Ödül programlarının artırılması ve iş yoğunluğunun eşit dağıtılması gerektiğini, bu durumun takip edilmesinde bir yazılım programının kullanılabileceğini önermiştir. Ayrıca NASA-TLX yöntemi, mühendislerin (Asyidikiah ve ark. 2022; Rachmuddin ve ark. 2020; Rachmuddin 2020), hava yolu çalışanlarının (Wei ve ark. 2014; Zheng ve ark. 2011; Kurtgün 2022; Çalımfidan 2015), sağlık çalışanlarının (Young ve ark. 2008; Emeç ve ark. 2018), banka çalışanlarının (Darvishi ve ark. 2015), öğrencilerin (Febrian ve ark. 2021; Febiyani ve ark. 2021; Ernawati ve ark. 2019; Prastawa 2018; Kurata ve ark. 2015), muhasebe çalışanlarının (Ozkan ve ark. 2015) zihinsel iş yükü ölçümlerinde de kullanılmıştır.

Qomusuddin ve ark. (2021), performans düşüklüğü gözlediği çalışanların zihinsel iş yükü ölçümlerini yaparak, kapasiteye göre iş verilmesi, çalışma saatlerinin ve terfi olanaklarının düzenlenmesi gerektiğini önermişlerdir. Polatçı ve ark. (2022), zihinsel iş yükünün stresi ve zaman baskısını tetikleyerek bilişsel kayıplara sebep vermesine, bu durumun motivasyon

arttırıcı kişisel gelişim etkinlikleri ile azaltılabileceğine değinmişlerdir. Özcan ve ark. (2020), uygun olmayan çalışma duruşlarından kaynaklı problemlerin beraberinde getireceği zihinsel iş yükünün, ergonomik bir bant sistemi temin edilirse azalacağını tespit etmişlerdir. Türker ve ark. (2016), vardiyalı çalışma saatlerinden biri olan gece saatlerinde çalışmanın getirdiği zihinsel iş yükünün, aydınlatma, havalandırma gibi ergonomik koşulların iyileştirilerek çözülebileceği ve gece çalışma saat ücretlerinin yeniden düzenlenmesi gerektiği önerisini getirmişlerdir. Gönen Ocaktan ve ark. (2020), tekrar eden işlerde çalışan üzerinde oluşan isteksizlik ve motivasyon düşüklüğü sonucu zihinsel iş yükünün artmasını, işin kolaylaştırılmasını sağlayacak makine tasarımı yapılarak azaltılabileceği önerisini getirmişlerdir.

Beyaz yakalı çalışanların uzun süre bilgisayar ekranı karşısında çalışma yapması zihinsel iş yükü oluşumuna sebep vermektedir. Fenyvian ve ark. (2020), aynı pozisyonda uzun süre bilgisayar karşısında yapılan çalışmaların yorgunluğa sebep verdiğini, bu durumun ortadan kaldırılması için iş dışındaki etkinliklerin ve kurum içlerinde yapılabilecek spor faaliyetlerinin arttırılması gerektiğini önermişlerdir. Yasmin ve ark. (2022), zihinsel iş yükünün getirmiş olduğu zamansal baskının oluşturduğu motivasyon düşüklüğünün, zaman yönetimi eğitimleri, ödül sisteminin getirilmesi, motivasyon etkinlikleri ile giderebileceğini ortaya koymuşlardır. Umyati ve ark. (2020), zihinsel ve zamansal gereksiniminin artması sonucu ortaya çıkan zihinsel iş yükünün insan psikolojisini etkilediğini ortaya koymuşlardır. Bu durumlarda tüm süreçlerin bilgisayar üzerinden ve internet tekeline olmaması gerektiğini önermişlerdir.

COVID-19 salgını sonucu evden çalışmanın artmasının beyaz yakalılarda zihinsel iş yükünün arttırdığına yönelik çalışmalar mevcuttur. Şöyleki; Ningtyas ve ark. (2021), zihinsel iş yükünün çalışanların yoğun efor ve performans göstermelerine sebep verdiğine değinmişlerdir. Dengeli iş yükü ve iş arkadaşları ile iletişim arttırılması sonucunda zihinsel iş yükünün azaltılabileceğini ortaya koymuşlardır. Dasmariñas ve ark. (2021), evden çalışmanın çalışanlarda performans ve yüksek efor beklentisinin arttırması sebebiyle zihinsel iş yükü getirdiğine vurguda bulunmuşlardır. Öneri olarak mola saatlerinin düzenlenmesi ve sanal eğlence ortamlarının oluşturulmasını sunmuşlardır. Syam (2021), iş ortamından uzak olmanın yarattığı panik ve endişenin çalışanda oluşturduğu zihinsel iş yükünün çalışan verimliliğinin düşmesine sebep olduğunu ortaya koymuştur. Ayuningtyas ve ark. (2021), kalitesizlik problemlerinin altında zihinsel iş yükü olduğunu tespit

etmişlerdir. Bu duruma öneri olarak çalışan sayısının ve dinlenme sürelerinin arttırılmasını, çalışanlara belirli zamanlarda müzik dinletisinin bu durumun önüne geçeceğini tespit etmişlerdir.

AR-GE Merkezleri çalışma şekilleri bakımından, çalışan zihninde bazı yükler meydana getirmektedir. Bu bakımdan Maulana ve ark. (2022), AR-GE merkezi çalışanlarında oluşan zihinsel iş yükünün iş motivasyonu ve çalışan performansı düşüklüğüne sebep verdiğini, bunun da liderlik ve çalışma saatlerinin düzenlenmesi ile aşılabileceğini ortaya koymuşlardır. Lee ve ark. (2012), AR-GE'nin kendine has ortamının beraberinde getirdiği iş yüklerinin, planlı ve sıralı bir çalışma şekli ile azaltılabileceğini vurgulamışlardır. Şeker (2014), AR-GE konusunda zihinsel iş yükü ölçümünde en uygun yöntemin NASA-TLX olduğuna vurguda bulunmuştur. Zihinsel iş yükünün azaltılması için çalışma saat düzenlemesi, promosyon ve performans ödülleri getirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Uzunlar (2020), AR-GE Merkezi çalışanlarının zihinsel iş yüklerinin çalışan psikolojisini ve çalışma verimliliğini etkileyerek örgütsel bağlılığı azalttığına değinmiştir. Takım çalışmasının arttırılması, çalışma planlarının hazırlanması, ödüllendirme sistemlerinin getirilmesi ve eğitimler düzenlenmesi konularında tavsiyelerde bulunmuştur.

Konjoint analizi, zihinsel iş yükü ölçümünde faktör ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla SWAT Yönteminde düşük orta ve yüksek düzey olmak üzere 3 düzeyde kart sıralaması yapılarak, faktör ağırlıklarının yüzde cinsinden tespitinde kullanılmaktadır (Firmada 2018; Maulad 2021; Evelin 2006; Babamiri ve ark. 2019; Rubio ve ark. 2004; Utama 2021).

Bu çalışmada, AR-GE merkezinde beyaz yakalı çalışanların zihinsel iş yüklerinin, öznel iş yükü ölçüm yöntemlerinden biri olan NASA-TLX yöntemi ile belirlenmesi ve konjoint analizi kullanılarak ağırlıkların tekrar değerlendirilmesi yer almaktadır. Yöntemde, konjoint analizi ile kart sıralama yapılarak ağırlıkların belirlenmesinde, her bir kartta altı boyutun birbirlerine göre değerlendirilmesi gerçekleştirilecektir. Araştırılan kaynaklar arasında savunma sanayi sektöründe ve AR-GE Merkezinde çalışan beyaz yakalı personelin zihinsel iş yükü ölçümü konusunda NASA-TLX'ten yararlanıldığı ve NASA-TLX yöntemi ağırlıklarının yüzde cinsinden tespitinin konjoint analizi ile ortaya konulduğu bir çalışmaya ulaşamamıştır.

2. İŞ YÜKÜ

İş yükü; ilk olarak Johannsen tarafından 1979 yılında tanımlanmıştır. Johannsen'a göre iş yükü yönerge ve iş süresi gibi faktörlerle birlikte güdülenen, beceri ve işin yapılabilmesi için deneyim gerektiren süreçlerin ardından işi yapan kişi üzerinde bıraktığı etki olarak tanımlanmıştır (Dorela, 2017).

İş yükünün farklı bir tanımı ise, işi tamamlamak için harcanan zaman ve enerjinin, çalışanın üzerinde ortaya çıkardığı hislerdir (Öztürk ve Erdem, 2020).

Çalışılan süreler, elde edilen üretim miktarı, işin sonunda edilen faaliyetlere karşı hissedilen duygusal durumlar iş yükü algısına sebep olmaktadır. İşveren tarafından, çalışan üzerinde basit gibi görünen ama ilave olan her türlü görev, talep ve istekler, çalışanların fazladan bir iş yüküne sahip olmalarına neden olmaktadır (Öztürk ve Erdem, 2020).

Literatür incelendiğinde bazı çalışmalar iş yükünü niceliksel ve niteliksel olarak incelerken (Öztürk ve Erdem, 2020;Atik, 2015) bazı çalışmalarda da zihinsel ve fiziksel olarak incelenmiştir (Öztürk ve Erdem, 2020;Karaca, 2019;Gönen Ocaktan, 2020;Yul ve Sat Setiwayan, 2021; Morales ve ark., 2020). Çalışmamızda işyükü fiziksel ve zihinsel iş yükü olarak sınıflandırılmıştır. Ancak niteliksel ve niceliksel iş yükü kavramları da kısaca açıklanmıştır. Niteliksel iş yükü zorluk düzeyi olarak ifade edilirken, niceliksel iş yükü yapılacak olan işin hacmi olarak adlandırılmaktadır (Leiter ve Maslach, 2005). Fiziksel iş yükü çalışan üzerinde görevin tamamlanmasından sonra ortaya çıkan kas-iskelet sistemi üzerinde ortaya çıkan iş yükü olarak adlandırılırken, zihinsel iş yükü; görev boyunca ve görevin tamamlanmasından sonra çalışan üzerinde zihinsel bakımdan iş yükü oluşturan kavram olarak adlandırılmaktadır (Gül Öztürk, 2019).

İş yükü ölçümü yapılan kişilerin yerine getirmeye çalıştıkları iş, bitmesi gereken normal zamanın üzerinde veya çok altında kalırsa iş yükü açısından bir problem meydana getirmektedir. Aynı zamanda iş yükü açısından uyumun olmaması, aynı zamanda bitkinlikle sonuçlanmaktadır (Leiter ve Maslach, 2005).

Niteliksel İş Yükü, insan kaynağının yönetimi açısından çalışan nitelikleri ile yapılan işin nitelikleri açısından uyumsuzluk söz konusu olduğunda ortaya çıkmaktadır (Cam, 2004).

Eğer çalışan yüksek performans düzeyi olan görevini ifa etmek için gerekli olan nitelik veya bilgiye sahip olmadığını hissediyor ise bu iş yükü çeşidi ortaya çıkmaktadır (Öztürk ve Erdem, 2020). Çalışana verilen görevlerin net olmaması, sosyal yardımın yetersizliği, gereksiz bilgi yüklenmesi, uygun olmayan eğitim, fazla mesai yapılmasını gerektiren görevler ve çok fazla çalışan ile işin çözülmeye çalışılması niteliksel iş yükünü ortaya çıkaran faktörlerin başında gelmektedir (Turgut, 2011).

Niceliksel İş Yükü, insan kaynağının yönetimi açısından, çalışanın ifa edeceği bir iş için gereken sürenin az ya da belirli bir sürede yapılacak işlerin çok fazla olması durumlarında ortaya çıkmaktadır. İşlerin önceden tespit edilen zaman içerisinde tamamlanmış olmasını gerektiren bir çalışma düzeni, ölçüm yapılacak kişi üzerinde stres yaratmakta bu da niceliksel iş yükü oluşturulmaktadır (Öztürk ve Erdem, 2020). Bu iş yükünü arttıran sebepler arasında, yapılan işlerin sürekli odaklanma gerektirmesi, karmaşık bilgiler içeren süreçlerden oluşması, işin bitmesi için karmaşık bir çalışma düzeninin olması, sorumluluğun çok üzerinde üst düzeyde kararlar almanın gerekmesi ve teknik bilgiler yönünden karmaşık olması (Atik, 2015), işi bitirmek için belirlenen sürenin gereğinden çok veya az olması, çalışan zamanının çoğunu boşa geçirdiğini hissetmesi, can sıkıntısına sebep veren durumların olması ve çalışanın sahip olduğu yetilerin çok altında olan işleri yaparak iş tatminsizliği yaşaması yer almaktadır (Karacaoğlu ve Çetin, 2015).

2.1 Fiziksel İş Yükü

Verilen bir görevi tamamlamak için gereken fiziksel aktivitenin kas-iskelet sistemi ağrularına ve kardiyolojik sorunlara neden olması sonucu ortaya çıkan iş yükü çeşidi olarak tanımlanmaktadır. Fiziksel iş yükü ölçülebilir etmenler sonucu ortaya çıktığından diğer iş yükü türlerine göre (örneğin zihinsel iş yüküne göre) daha kolay veri elde edilebilmektedir. Bu iş yükünü arttıran sebepler arasında uzun iş saatleri, fiziksel zorlanma, malzeme yetersizliği, ortamın ergonomik yönden zayıf olması, iş arkadaşları arasındaki uyumsuzluk vb. yer almaktadır (Doğan, 2020).

Bu iş yükünün artması beraberinde bazı sorunlar getirmektedir. Kas ve iskelet sisteminde oluşacak ve geri dönülemeyecek hasarlar, sindirim sisteminde önemli yer eden metabolizmanın yavaşlaması, vücut için oldukça önemli olan dolaşım sistemi ve kan değerlerindeki değişimler ile birlikte hastalıklara davetiye çıkarmaktadır (Doğan, 2020).

Çalışanın verilen işi yaparken durduğu pozisyon (oturur veya hareketli), işin sık tekrar edilmesi veya monoton olması, ergonomik şartlara uygun olmayan şekilde çalışmak gibi sebepler çalışan üzerinde fiziksel iş yükü oluşturmaktadır (Öztürk ve Erdem, 2020).

Fiziksel iş yükünün fazla olduğu meslekler arasında, hemşirelik, doktorluk ve sağlık hizmetleri, öğretmenlik, polislik, itfaiyecilik bulunmaktadır (Tümtürk ve ark. 2021).

Fiziksel iş yükünün ölçütü harcanan enerji miktarıdır. Ölçüm yapılırken yalnızca enerji tüketimi dikkate alınmamalı, aşağıda maddeler halinde yer alan objektif ölçüm yöntemleri ile birlikte değerlendirilmelidir.

Objektif fiziksel iş yükü ölçüm yöntemleri;

- Akselerometre
- Pedometreler (Adımsayarlar)
- Çift İşaretli Su Yöntemi (Doubly Labeled Water)
- Kalp Atım Hızı Monitörü
- Çoklu Sensör Sistemleri
- Kalorimetre (Tümtürk ve ark. 2021).

2.1.1 Akselerometre

Akselerometreler bir diğer deyişle ivmeölçerler, vücudun hareket esnasındaki ivmelerini kaydeden ve izleyen küçük izleme aygıtlarıdır. Vücudun farklı uzuvlarına mesela kalça, uyluk kemiği ve ayak bileğine takılabilmektedir. Akselerometreler, çalışırken ortaya çıkan bazı aktivitelerin ölçülüp kaydedilmesi açısından farklı sonuçlara yol açabilmektedir. Özellikle ağır kaldırma gibi gün içinde yoğunluk gösteren aktivitelerin tespitinde verimli olamazlar. Akselerometrelerin, ayak bileğine yerleştirilerek fiziksel iş yükü ölçümünün yapılması tavsiye edilmektedir (Doherty vd, 2017). Yapılan araştırmalara göre kadın ve erkeklerin akselerometre ile toplam kalori ölçümleri arasında çalışmalara yön verebilecek nitelikte ilişki ortaya konulmuştur (Sarıkaya ve ark. 2018).

Pedometrelere nazaran daha fazla süreli olarak verileri hafızasında saklayabilmektedirler. Akselerometreler maliyet açısından bakıldığında pahalı olmakla birlikte, pedometrelere

nazaran fiziksel iş yükü ölçümü yapılırken özel uzmanlık ve ilave beceri gerektirmektedir (Rodoplu, 2021).

Akselerometreler, farklı boyutlardaki hareketleri ölçebilmek adına tek ve çok eksenli olmak üzere ikiye ayrılır. Tek eksenli akselerometreler ilk ortaya çıkan akselerometre örnekleri arasındadır (Sağrıç, 2019). Tek eksenli sensörler, tekrar eden hareketlerde yani kürek çekme bisiklet binme ve su sporları gibi belli branşlarında yapılan aktivitelerde doğru bilgilere erişememektedir. Çok eksenli sensörler farklı boyutlardaki hareketlerde daha verimli sonuçlar vermekle birlikte, tek eksenli akselerometrelere göre daha ayrıntılı ve doğru bilgi vermektedir. Cihazların verimli kullanılması için, cihazları dışarıdan gelecek olan etkilere karşı korumalı, doğru eşleşmesinin yapılması, çalışması için gerekli olan batarya seviyesini kontrol edilmesinin sağlanması ve ölçüm yapılacak bireyin hareketinin akselerometreler ile uyumlu olmasının sağlanması gerekmektedir (Rodoplu, 2021).

Avantajları arasında, senkronik hareket ile ölçüm yapabilmesi, süre ve sıklık hakkında detaylı bilgi vermesi, çok az iş gücü gerekli olması (Scott ve ark., 2013) ve hareket yoğunluğu ölçümü sağlanması yer almaktadır (Bulut, 2013).

Dezavantajları arasında ise, bisiklet kullanımında ve ağırlık kaldırmada verimli sonuç vermemesi, el ve kol aktivitelerinde verimli sonuç vermemesi, veri işleme süresinin oldukça uzun olması (Scott ve ark., 2013), veri yönetimi açısından oldukça maliyetli olması yer almaktadır (Bulut, 2013).

2.1.2 Pedometreler (Adımsayarlar)

Çalışanların yürüme mesafeleri boyunca, limitler çerçevesinde atılan adım sayısının tespit edilmesi için ilk olarak Japonya'da ortaya çıkan ve fiziksel iş yükünü ölçmek için kullanılan cihazlardır (Rodoplu, 2021). Akselerometrelere göre kullanımı daha basit ve daha uygun maliyetlidir (Scott ve ark., 2013).

Pedometrelerin kullanımı ve pedometrelerden elde edilen sonuçların yorumlanması kolaydır ve uzmanlık gerektirmez. Pedometreler yani adımsayarlar için vücudun en uygun bölümü ayak bileğidir fakat kalçaya takılan tipleri de mevcuttur. Adımsayarlar yürüme bozukluğu olan kişilerde ölçüm sıkıntısı oluşturabilmektedir. Ayrıca daha yavaş yürüme hızlarında,

ayak bileği dışında farklı vücut bölümlerde ve yürüme zorluğu yaşayan yaşlı bireylerde doğru sonuç vermeyebilmektedir.

Avantajları arasında, düşük maliyetli olması, düşük iş gücü gerektirmesi, veri yönetiminin kolay olması, birden fazla kişiye uygulanabilir olması, motivasyon aracı olarak da kullanılabilmesi (Scott ve ark., 2013), kullanımının basit olması (Bulut, 2013), küçük, hafif, taşınabilir ve ucuz cihazlar olması yer almaktadır. (Butte ve ark., 2012).

Dezavantajları arasında ise basit modelleri süreyi ölçüm yapamaması, ölçümün ardından aktivitenin türünün tespit edilememesi, adım sayılarında yanlış ölçüm yapılabilmesi (Scott ve ark., 2013), sabit aktivitelerde özel algoritmalara ihtiyaç duyması (Ainsworth ve ark., 2015), sadece yürüyüş ve koşu için kullanılması yer almaktadır. (Bulut, 2013).

2.1.3 Çift Etiketli Su Yöntemi (Doubly Labeled Water)

Bu yöntem kişinin günlük hayatında fiziksel aktiviteleri sonucu harcamış olduğu toplam enerjiyi ortaya koymaya yaramaktadır (Rodoplu, 2021). İnsan vücudunda yer alan oksijen ile nefes verme sırasındaki ortaya çıkan karbondioksitteki oksijenin dengede olması prensibine dayanmaktadır (Speakman ve ark., 2021). Bu yöntem çok maliyetlidir bu sebepten güvenilir sonuçlar vermesine rağmen çalışmalarda kullanımını azdır (Rodoplu, 2021).

Avantajları arasında düşük iş gücü gerektirmesi, dezavantajları arasında ise pahalı olması, karmaşık analizlere sahip olması, ölçüm yapabilmek için teknik donanım ve sonuçları yorumlayabilecek bir çalışan gerekli olması, ölçüm yaparken, vücudun dinlenmiş olmasının gerekmesi, metabolik hız ve yiyeceklerin termik etkisinin de ölçülmesinin gerekmesi, ölçüm yapılan boyut ve alanların ayırt edilememesi yer almaktadır (Scott ve ark., 2013).

2.1.4 Kalp Atım Hızı Monitörü

Berggren ve Christensen kalp atış hızı ve vücudun oksijen tüketimi arasında ilişki olduğu varsayımıyla 1950 yılında kalp atım monitörü ile çalışmalara başlamışlardır (Berggren ve Christensen, 1950).

Kalp atışındaki artış, vücuttaki enerji ihtiyacını arttırmakta, beraberinde ise fiziksel iş yükünü meydana getirmektedir. Fiziksel aktivite sırasında kaslar oksijene ihtiyaç duyarlar aynı zamanda da nefes verme sırasında oksijen yönünden atık oluşturmaktadırlar. Bu cihazları ölçümü kolaydır ve cihazlar insan için gerekli olan enerji ihtiyacını ortaya koyan izleme cihazlarıdır. Yüzme, bisiklete binme gibi aktivitelerde fiziksel iş yükünü ölçmek için kullanılmaktadır. İnsana özgü olan davranışlar olan stres, korku ve sevinç gibi duygusal durumlarda kalp atışının artması sonrasında yapılan ölçümlerde yol gösterici sonuçlar elde edilmektedir (Rodoplu, 2021).

Avantajları arasında belirli bir süre düşük iş yükünün söz konusu olması, maliyetlerinin az olması vardır (Scott ve ark., 2013). Dezavantajları arasında ise duygusallık, ilaç, kafein ve stres gibi uyarıcılarından etkilenmesi söz konusudur (Scott ve ark., 2013).

2.1.5 Çoklu Sensör Sistemleri

Bu cihazlar, fiziksel aktivite ölçümlerini gerçekleştirebilmek adına sensörleri birleştirmektedir. Giyilebilir bir monitöre sahip değildirler. Avantajları arasında birden fazla sensörden gelen enerji harcaması tahminlerinin daha fazla kesinlik sağlaması ve hassas olması yer almaktadır (Ainsworth ve ark., 2015).

2.1.6 Kalorimetre

Bir kimyasal tepkimede veya meydana gelen fiziksel bir değişimde ortaya çıkan ısıyı ve ısı sığasını ölçme işlemine ve bu işlem için kalorimetri biliminde kullanılan cihazlara verilen isimdir.

Direkt kalorimetre ve indirekt kalorimetre olmak üzere ikiye ayrılır (Schutz, 2018).

Direkt Kalorimetre: Ortaya çıkan veya kaybedilen ısının ölçüldüğü ve harcanan enerjinin doğrudan belirlendiği bir yöntemdir (Özkök, 2019). Direkt kalorimetre, belli koşullar altında bir bireyin ne kadar enerji sarfettiği ortamdaki ısı miktarıyla ölçülür ve diğer yöntemler üzerinde doğrulama yapmak için kullanılan doğru ve hassas bir yöntemdir (Tümtürk ve ark., 2021). Bu yöntem ısı ölçümü yapabilmek için vücudun kapalı bir ortama alınması zorunluluğu getirdiğinden pratik bir yöntem olarak değerlendirilmez ve sıklıkla kullanılmaz (Schutz, 1995). Metabolik hızı ölçmek için kullanılan en doğru yöntemlerden biridir (Kaiyala ve Ramsey, 2010).

İndirekt (Dolaylı) Kalorimetre: İndirekt yani dolaylı kalorimetre, solunan havayı tespit ederek oksijen tüketimini ölçmeyi içermektedir. Direkt kalorimetreden daha pratiktir (Tümtürk ve ark., 2021) Uygulamalarda daha sık kullanılmaktadır. Kısa süre içinde enerji tüketimi bakımından kabul edilen sonuç elde edilmesini sağlar (Sirard ve Pate, 2001). Dolaylı kalorimetre, klinik ortamlardaki kişilerde enerji dengesinde ve diğer fiziksel ölçüm yapan yöntemlerin doğrulanmasında kullanılmaktadır (Vanhelst ve ark., 2012) .

2.2 Zihinsel İş Yüğü

Zihinsel iş yüğü çalışanın belirli süre zarfında yapması gereken işleri anlayıp, yorumlayıp, becerilerini ortaya koyması esnasında gerekli olan iş yüküdür. Genel olarak bir görevin gereklilikleri, gerçekleştirildiği koşullar ve çalışanların becerileri, davranışları ve algıları arasındaki etkileşimden meydana gelmektedir (Emeç ve Akkaya, 2018).

Zihinsel iş yüğü arttıkça, performans düşüklüğü gözlenmekte, insana özgü hatalar artmakta, işin tamamlanma süresi artmakta, yaşamın geriye kalan kısmında stres, baskı, rahatsızlık hissedilmekte ve yaşam kalitesi buna bağlı olarak düşmektedir (Karaca, 2019).

Bu sebepten, mental yönden iş yüğü belirlenmesi konusunda zihinsel iş yükünün doğru tespit edilmesi son derece önemlidir. Subjektif yöntemlerin uygulaması kolaydır. Maliyetlerinin düşük olması, zorlayıcı ve bağlayıcı olmaması nedeniyle başka iş yüğü ölçüm tekniklerine göre tercih edilmektedir (Çalımfidan, 2015). Öyle ki 1980'lerden beri zihinsel iş yüğü ölçümleri, literatürün ayrılmaz parçası olmuştur (Emeç ve Akkaya, 2018).

Subjektif derecelendirme yöntemleri, çoğunlukla kişiye tek bir soru (Lütfen yapmış olduğunuz işe harcadığınız zihinsel çaba miktarını puanlayın) sorularak ortaya konulmaya çalışılır. Gelen cevaplar çok düşükten çok yükseğe kadar geniş bir skala içinde değerlendirilmektedir (Karaca, 2019) Hesap yapma, seçimde bulunma, başka kişiler ile haberleşme, yapılan işi anımsama ve doğruya ulaşma gibi mental/algısal faaliyetlerin meydana getirdiği ve çalışmanı etkilediği bir iş yüğü çeşididir (Dağdeviren ve ark., 2015)

Zihinsel iş yükünün ölçülmesi ile ilgili çeşitli yöntemler şu şekildedir (Çalımfidan, 2015):

- Cooper-Harper Rating Scale,
- Subjective Workload Assessment Technique-(SWAT),

- NASA Bipolar Rating Scale,
- İşgücü profile (Workload Profile).
- Bedford Scale,
- Overall Workload (Toplam İş Yüğü),
- NASA Task Load Index (NASA-TLX).

2.4.1 Cooper-Harper Rating Scala

Zihinsel iş yükü ölçümü bakımından öncü sayılan ve 1969 yılında Cooper ve Harper tarafından ortaya atılan iş yükü ölçme skalasıdır (Cooper ve Harper, 1969). Tek boyutlu zihinsel iş yükü ölçümü yapan bu yöntem, havayolu çalışanlarının, havayolu araçlarını kullanabilmesi durumunu değerlendirmek için kullanılmıştır. Ölçek 1 ile 10 arasındaki bir skalada değerlendirilmektedir (Çalımfidan, 2015).

Cooper-Harper ölçeği, birbirine eş 10 noktadan oluşan bir puanlama ölçeği ile ortaya çıkarılmıştır. Tek boyutlu olarak değerlendirme yaptığından, iş yükü oluşturan diğer boyutlar hakkında bu yöntem ile bilgi alınamamaktadır. Daha sonra yapılan çalışmalarda geliştirilmiş olan tekniğinin (MCH) zihinsel iş yükünün değişimlerine karşı duyarlı olduğu ortaya konulmuştur (Çalımfidan, 2015)

2.4.2 SWAT (Subjective Workload Assessment Technique)

Reid ve Nygren tarafından 1988 de ortaya çıkarılmıştır (Reid ve Nygren, 1988). Subjektif İşyükü Ölçüm Tekniği, zihinsel iş yükü ölçümünde zaman yükü, çaba yükü ve stres olmak üzere sıralanmış üç faktörlü bir skalanın, düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç boyutu üzerinden geliştirilmiştir. Bu üç faktör ve üç düzeyin değerlendirilmesi sonucu tek bir iş yükü indeksi oluşturulmaktadır (Çalımfidan, 2015). Bu üç faktör, zihinsel iş yüküne göre düşük (1), orta (2) ve yüksek (3) olmak üzere puanlandırılmaktadır. (Sarı, 2021; Yul ve Sat Setiwayan, 2021).

Zaman baskısı faktörü; çalışanın işini yaparken diğer işlere zamanının kalıp kalmadığını belirlemektedir (Can ve ark., 2015). Zaman baskısı puan skalası Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Tablo 2.1: Zaman baskısı puan skalası.

| Puan | Açıklama |
|------|-------------------------------|
| (1) | Sıklıkla boş zamanım var |
| (2) | Boş zamanım var |
| (3) | Neredeyse hiç boş zamanım yok |

Çaba baskısı faktörü; çalışanın işini yapmak için zihinsel fonksiyonlarını ne kadar yoğunlukta kullandığını analiz etmektedir. Çaba baskısı puan skalası Tablo 2.2'de yer almaktadır.

Tablo 2.2: Çaba bakısı puan skalası.

| Puan | Açıklama |
|------|---|
| (1) | Çok az dikkat ve zihinsel çaba gerekli |
| (2) | Orta derecede dikkat ve zihinsel çaba gerekli |
| (3) | Çok fazla dikkat ve zihinsel çaba gerekli |

Stres baskısı faktörü ise görevin yerine getirilirken çalışanda oluşan endişe, risk ve başarısız olma korkusu gibi konuları analiz etmektedir (Can ve ark., 2015). Stres baskısı puan skalası Tablo 2.3'de yer almaktadır.

Tablo 2.3: Stres baskısı puan skalası.

| Puan | Açıklama |
|------|---|
| (1) | İş, endişe ve asabiyete sebep olmaz, riski azdır. |

Tablo 2.3 (devam)

| Puan | Açıklama |
|------|--|
| (2) | İş, endişe ve asabiyete sebep olur, risklidir. |
| (3) | İş, çok risklidir. Endişe ve stres uyandırır. |

Özetle stres düzeyi belirgin seviyede, zaman baskısının ön planda olduğu işlerde, çaba faktörünün önemli olduğu durumlarda SWAT tekniği kullanılmaktadır.

Avantajları:

- Farklı dillere çevrildiğinde duyarlılığını korur (Eraslan ve ark., 2016).
- Metodun uygulaması kolaydır.
- Genel kabul görmüş yöntemler arasındadır.
- Zihinsel yükü belirlemede en çok tercih edilen yöntemlerdendir (Dağdeviren ve ark., 2015).
- Değerlendirme seçenekleri üç adet olduğundan, üzerinde çalışma yapılacak kişinin hızlı bir şekilde karar vermesini sağlar.

Dezavantajları:

- Geliştirilmiş Cooper Harper yöntemine göre, daha düşük anlaşılabilirliğe sahiptir (Eraslan ve ark., 2016).
- Öznel değerlendirilebilen ölçütler kullanmasından dolayı modellenmesi farklı disiplinlere ihtiyaç duyar.

Her biri üç farklı boyut (zaman, stres, çaba) ve üç farklı puanlamada (düşük, orta, yüksek) toplamda 27 adet kart oluşturulur ve bu kartlar zihinsel iş yükü ölçülecek kişiye yaptıkları işleri dikkate alarak en fazladan en aza doğru T: Zaman Baskısı E:Çaba Baskısı S:Stres Baskısı (TES) olacak şekilde Tablo 2.4’de yer aldığı şekliyle sıralattırılır (Febrian ve ark., 2021; Firmanda, 2018)

Tablo 2.4: 27 kart sıralaması.

| Kart | Zaman baskısı | Çaba Baskısı | Stres Baskısı |
|-------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 1 | 3 |
| 4 | 1 | 2 | 1 |
| 5 | 1 | 2 | 2 |
| 6 | 1 | 2 | 3 |
| 7 | 1 | 3 | 1 |
| 8 | 1 | 3 | 2 |
| 9 | 1 | 3 | 3 |
| 10 | 2 | 1 | 1 |
| 11 | 2 | 1 | 2 |
| 12 | 2 | 1 | 3 |
| 13 | 2 | 2 | 1 |
| 14 | 2 | 2 | 2 |
| 15 | 2 | 2 | 3 |
| 16 | 2 | 3 | 1 |
| 17 | 2 | 3 | 2 |
| 18 | 2 | 3 | 3 |
| 19 | 3 | 1 | 1 |
| 20 | 3 | 1 | 2 |
| 21 | 3 | 1 | 3 |
| 22 | 3 | 2 | 1 |
| 23 | 3 | 2 | 2 |
| 24 | 3 | 2 | 3 |
| 25 | 3 | 3 | 1 |
| 26 | 3 | 3 | 2 |
| 27 | 3 | 3 | 3 |

Tablo 2.4’te yer alan sıralanmış kartlara SPSS Programında konjoint analiz (conjoint analysis) yaptırılır (Maulad, 2021; Evelin, 2006; Babamiri ve ark., 2019). Konjoint analiz, BÖLÜM 4’te ayrıntılandırılacaktır. Konjoint analiz zihinsel iş yükü ölçülen kişilere kart sıralaması yaptırıldıktan sonra, ağırlık yüzdelerinin ortaya konulmasını, kart sıralamaları arasında nasıl bir ilişki olduğunun anlaşılmasının sağlanmasına vesile olmaktadır.

Eğer bu ilişkide Kendall Tau (Uyumluluk katsayısı) 0.75’in üzerinde çıkarsa sıralanan kartlar arasında yüksek bir ilişki olduğu kabul edilmektedir (Abdurrahman ve Suryadi, 2022) Aynı zamanda üç faktörün ağırlık katsayıları (yüzde cinsinden) tespit edilmiştir (Maulad, 2021; Wiranegara ve Suryadi, 2022).

İş yüküne verilen puanlar, DosBox 0.74 yazılımı kullanılarak sıralama karşılığına gelen, puan karşılığı olarak da tespit edilmektedir (Febrian ve ark., 2021; Firmanda, 2018; Wiranegara ve Suryadi, 2022; Utama, 2021). Bu yazılım oldukça eski sürüm bir yazılımdır ve yazılıma ulaşılması yönünden yöntem dezavantajlıdır.

2.4.3 Nasa Bi Polar Tekniği

Nasa Bi Polar Tekniği Hart tarafından 1984 yılında geliştirilmiş bir tekniktir. İş yükünün çok boyutlu doğasını kabul etmiş ve bireysel farklılıkları kendi içinde barındıracak şekilde tasarlanmıştır. Nasa Bi Polar tekniği değerlendirme ve puanlama aşaması olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır.

Görev zorluğu, zaman baskısı, performans, mental/duygusal zorluk, fiziksel zorluk, hayal kırıklığı, stres, yorgunluk ve aktivite tipi olmak üzere dokuz boyut kullanmaktadır (Vidulich ve Tsang, 1986). Her boyutun seçilme sıklığı, ağırlıklı iş yükü puanını hesaplamak için bir ağırlık görevi görmektedir.

Puanlama aşaması ise, ikinci aşama olarak kabul edilmektedir. Deneysel bir denemenin ardından, dokuz boyutun her biri derecelendirilmektedir. Her bir derecelendirme, iş yükü parametreleri değerlendirme aşamasından elde edilen ağırlıkla çarpılmaktadır.

Dokuz boyut için ağırlıklı derecelendirmelerin daha sonra görev için 0 ile 100 arasında bir iş yükü puanı oluşturmak üzere ortalaması alınmaktadır. Boyutların her biri, frekanslarına göre 36 boyutta karşılaştırılarak ağırlıklı iş yükü puanı hesaplanmaktadır (Vidulich ve Tsang, 1986).

2.4.4 İş Yükü Profile (Workload Profile)

Tsang & Velazquez, tarafından 1996 yılında geliştirilmiş bir zihinsel iş yükü ölçüm tekniğidir (Tsang ve Velazquez, 1996). Çok boyutlu subjektif bir iş yükü ölçme yöntemidir. Çalışanlardan yaptıkları işleri alt alta ve zihinsel iş yükü ölçütlerini de yan yana yazmaları istenmektedir (Çalımfidan, 2015).

Bu yöntem dikkat kaynaklarının oranlarını belirlemeye çalışır. Bunu da sekiz satır ve sekiz sütundan oluşan iş yükü boyutunu listeleterek gerçekleştirir.

0 ile 1 arasında değişen derecelendirmeler söz konusudur.

0: derecelenen boyuta talep olmadığını,

1: görevin tamamlanması için azami dikkat gerektiğini ifade eder.

İş yükü profile ölçümünün değerlendirme tablosu Tablo 2.5'te yer almaktadır.

Tablo 2.5: İş yükü profile derecelendirme tablosu. (Rubio ve ark., 2004)

| | Algısal/ merkezi | Cevap | Mekan sal | Sözlü | Görsel | İşitsel | Elle | Konuş arak |
|--------|---------------------|-------|--------------|-------|--------|---------|------|---------------|
| Görev1 | | | | | | | | |
| Görev2 | | | | | | | | |
| Görev3 | | | | | | | | |
| Görev4 | | | | | | | | |
| Görev5 | | | | | | | | |
| Görev6 | | | | | | | | |
| Görev7 | | | | | | | | |
| Görev8 | | | | | | | | |
| Görev9 | | | | | | | | |

Bireysel boyutlara ilişkin derecelendirmeler, her görev için ayrı ayrı, daha sonra genel bir iş yükü derecelendirmesi sağlamak için özetlenir (Rubio ve ark., 2004).

İş yükü profilenin, iş yükü endeksi ile ortak yanı vardır. Kavramsal olarak Bedford ölçütü ile benzerlik göstermektedir. Denekler üzerinde iş deneyimlendikten sonra derecelendirme yapılmaktadır. Derecelendirilecek görevler ve sekiz iş yükü boyutu listelenmekte, zihinsel iş yükü ölçülecek kişilere iş yükü boyutlarının her biri için ayrıntılı açıklama ve örnekler verilmektedir (Tsang ve Velazquez, 1996).

2.4.5 Bedford Ölçütü

Roscoe ve Ellis tarafından 1990 yılında ortaya çıkarılmış bir zihinsel iş yükü ölçüm tekniğidir (Roscoe ve Ellis, 1990). Bedford ölçeklendirme prosedürü, Britanya ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki uçak sistemlerini değerlendirmek için kullanılmıştır (Bedford Workload Scale). Tek boyutlu derecelendirme yapmaktadır. Değerlendirilecek görev yerine getirildikten sonra, Cooper-Harper skalası gibi bir karar ağacından geçilir ve görev tarafından kullanılmayan dikkat kapasitesi miktarını bildirerek görev derecelendirilir. Denekler, ilk birkaç denemeden sonra Bedford karar ağacına sahip olurlar.

1 ile 10 arasında değişen derecelendirmeler söz konusudur.

1: derecelendirmesi, önemsiz iş yüküne karşılık gelir.

10: derecelendirmesi, yedek kapasitesi olmayan ve görevi tamamlayamayan son derece yüksek iş yüküne karşılık gelmektedir.

Avantajları:

- Her görev için bir Bedford derecelendirmesi elde etmek çok kısa sürmektedir.
- Uygulanması basit, hızlı ve kolaydır.
- Ekonomiktir.
- Sıralı kararlar alarak derecelendirme kolaylaşmaktadır.
- Bedford Ölçeği çoğu pilot ve operatör tarafından kabul görmektedir.

Dezavantajları:

- Yöntemin geçerliliği ve güvenilirliği için veri tabanı yetersizdir
- Pilotlar, gerçekleştirdikleri herhangi bir uçuş görevinde düşük puan verme eğilimindedir.
- Her katılımcı, derecelendirmelere ve açıklamalarına farklı anlamlar yüklemektedir.
- Ölçüm sıralı ölçek düzeyindedir (Bedford Workload Scale).

2.4.6 Overall Workload (Toplam İş Yüğü)

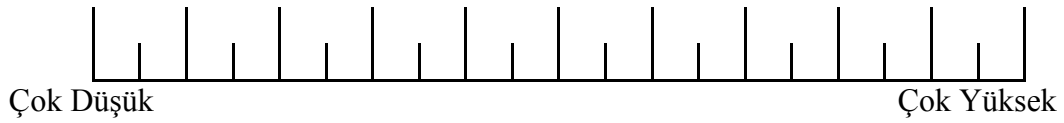
Ergonomik olmayan, yetersiz veya eksik olan çalışma ortamları; çalışanın iş kazası yapmasına, hata oranlarının yükselmesine ve verimliliğinin düşmesine sebeptirler. Toplam İş Yüğü (TİY) seviyesi çalışma ortamının değerlendirildiği, yapılan işin ve çalışanın özelliklerinden yola çıkarak hesaplatıldığı zihinsel iş yüğü ölçüm çeşididir (Dağdeviren ve ark., 2015). Vidulich, Ward ve Schueren tarafında 1991 yılında ortaya konulmuştur (Morales ve ark., 2020).

Toplam iş yüğü ölçeği için 0'dan 100'e kadar tek boyutlu bir ölçek kullanır. Sıfır, çok düşük iş yüğü ve 100 çok yüksek iş yükünü temsil etmektedir. 20 adımdan oluşan tek bir ölçek kullanılmaktadır. 0 ile 100 arasında yer alan bir puan en yakın olan 5'lik puana atanır. Tek boyutlu bir ölçekte iş yükünü ölçmek için en uygun zihinsel iş yüğü ölçüm tekniğidir (Hill ve ark., 1992). NASA-TLX ile karşılaştırılabilir sonuçlar ürettiği ortaya konulmuştur (Vidulich ve Wickens, 1986).

Çalışanların aşağıdaki derecelendirme ölçeğinde derecelendirme yapmaları ve görevini yazmaları istenir.

Toplam İş Yükünüzü nasıl derecelendirdiğinize en iyi karşılık gelen satıra bir “X” işareti koyunuz.

Toplam İş Yükü



Toplam iş yükü Tablo 2.6’da yer alan faktörler ve içinde bulunulan durum için değerlendirilir.

Tablo 2.6: Toplam iş yükünün belirlenmesi. (Dağdeviren ve ark., 2015; Ögrüç, 2009)

| <i>Fiziksel Faktörler</i> | <i>Zihinsel Faktörler</i> | <i>Çevresel Faktörler</i> | <i>Konumsal Faktörler</i> |
|---|--|---|---------------------------|
| Yük Ağırlığı Yük Frekansı Taşımalar | Hesap yapma Seçim yapma Komünikasyon Anımsama Tetkik | Isı Işık Yüksek Ses Vibrasyon Zararlı Madde | Vücut Pozisyonları |

2.4.7 NASA-TLX

Öznel iş yükü ölçüm yöntemlerinden biri olan NASA-TLX yöntemi, en çok karşılaşılan yöntemlerden biridir. Bu yöntem zihinsel iş yükünü altı boyut üzerinde değerlendirir. Puanlama ve ikili karşılaştırma olmak üzere iki aşamada iş yükü puanı tespit edilmektedir. Tespit edilen puanlar ise Tablo 3.2’de yer alan çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek seviye olmak üzere beş seviyede ele alınmaktadır (Riono ve ark., 2018). Yöntem 1988’li yıllardan bu güne kadar yoğun şekilde kullanılmıştır (Hart ve Staveland, 1988). Bu tez çalışmasında da NASA-TLX yöntemi ile beyaz yakalı çalışanın zihinsel iş yükü ölçümü yapılmış ve BÖLÜM 3’de ayrıntılandırılmıştır.

Tablo 2.7’de zihinsel iş yükü ölçüm yöntemleri; kullanılan ölçek bakımından, boyut yönünden, yöntemin türü bakımından, ortaya çıkış yılları açısından ve avantaj-dezavantajları üzerinden karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.7: Zihinsel iş yükü ölçümleri karşılaştırması.

| | Kullanılan Ölçek | Boyut | Yöntem Türü | Ortaya Çıkış | Avantaj | Dezavantaj |
|------------------------------------|--|---------------|--------------------|---|---|--|
| Cooper Harper Raiting Scala | 1-10 arası puanlama | Tek Boyutlu | Subjektif | <i>Cooper & Harper, 1969</i> | Tek bir iş yükü boyutunu incelemek avantajlıdır | Diğer boyutlar ile ilgili fikir vermez |
| SWAT | Üç boyut her biri üç farklı puan sıralaması | Üç Boyutlu | Subjektif | <i>Reid & Nygren, 1988</i> | Sadece üç boyut için avantajlıdır | Kullanımı için yazılım gerektirir |
| Nasa Bi Polar Tekniği | Dokuz iş yükü ölçütü puanlama ve sıralama | Dokuz Boyut | Subjektif | <i>Hart ve ark., 1984</i> | Geniş bir değerlendirme sağlar | Aktivite tipi ölçütü fiziksel bir aktiviteyi gerektirir |
| İş yükü profile (Workload Profile) | Sekiz satır ve sekiz sütundan oluşan iş yükü boyutu 0-1 arası derecelendirme | Sekiz boyutlu | Subjektif | <i>Tsang & Velazquez, 1996</i> | Aynı tip görevler ayrıntılı değerlendirilir | Çalışanın aynı işleri yapıyor olmasını gerektirir |
| Bedford Ölçütü | 1 ile 10 arasında değişen derecelendirmeler | Tek Boyutlu | Subjektif | <i>Roscoe & Ellis, 1990</i> | Çok kısa sürmektedir | Tek bir boyut için değerlendirme yapılır |
| Overall Workload (Toplam İş Yüğü) | 1 ile 100 arasında değişen 20 adımlı derecelendirme | Tek Boyutlu | Subjektif | <i>Vidulich, Ward, & Schueren, 1991</i> | İş yükünün genel anlamda değerlendirilmesini sağlar | Tek bir boyuta yeterli anlam yüklenemez |
| NASA-TLX | Altı faktöre verilen puanların ağırlıklı ortalaması | Altı Boyutlu | Subjektif | <i>Hart & Staveland, 1988</i> | Altı boyutu değerlendirmek için avantajlıdır | Bazı boyutların puanlanmasında ters bir durum söz konusudur (iyi-kötü) |

Tablo 2.7'den hareketle zihinsel iş yükü ölçüm yöntemlerinin birbirlerine göre avantaj/dezavantajları, kullandıkları ölçek ve boyutlar değerlendirildiğinde ve AR-GE zihinsel iş yüklerinin (yoğun zihinsel gereksinim gerektiren işler, uzun süren analizlerin getirdiği fiziksel gereksinimler ve zaman kısıtları vs.) belirlenmesinde NASA-TLX yönteminin uygulama açısından en uygun yöntem olacağına karar verilmiştir. NASA-TLX Yöntemi ile zihinsel iş yükü ölçümleri yapılmıştır.

3. NASA-TLX (NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION-TASK LOAD INDEX)

NASA bünyesinde geliştirilmiş olan (Çalımfidan, 2015) iki aşamada değerlendirme yapan zihinsel iş yükü hesaplama tekniğidir (Emeç ve Akkaya, 2018). Hart ve Staveland tarafından 1988 yılında geliştirilmiştir (Hart ve Staveland, 1988). Bu yöntem, düşük iş yükü seviyelerinde hassas ölçümler sağlamıştır. NASA-TLX yöntemi subjektif ölçüm yöntemlerin başında gelmektedir (Karaca, 2019).

- 1) Zihinsel Gereksinimler (Mental Demand MD): İşin ne ölçüde düşünme gerektirdiğini tanımlar.
- 2) Fiziksel Gereksinimler (Physical Demand FD): İşin gerçekleştirilmesi için ne kadar fiziksel güç gerektiği ve zorluğunun ne kadar olduğunu tanımlar.
- 3) Zamansal Gereksinim (Temporal Demand TD): İşin neticelendirilmesine yönelik meydana gelen zaman baskısı, arka arkaya sürekli eylemler arasındaki zaman sıkışıklığının ne miktarda olduğunu tanımlar.
- 4) Efor Düzeyi (Effort E): İşin tamamlanması için harcanması gereken zihinsel ve fiziksel gücü olarak tanımlanır.
- 5) Performans (Performance P): İşin ortaya konulmasındaki başarı düzeyini temsil eder.
- 6) Rahatsızlık Seviyesi (Frustration F): Çalışanın hissettiği baskı veya ortaya çıkan motivasyon bozukluklarından bahseder (Utama, 2021; Yağmuroğlu ve ark., 2011).

Yukarıda belirtilmiş olan bu altı faktöre verilen puanlamaların ağırlıklı ortalaması alınarak sonuca ulaşılır (Çalımfidan, 2015).

Farklı bir çalışmaya göre NASA-TLX'in boyutları fiziksel gereklilik, çalışanın işini tamamlayabilmesi için gerekli olan fiziksel unsurların çalışmanı ne kadar zorladığını, zihinsel gereklilik, çalışan görevi bitirebilmesi adına ihtiyaç duyduğu zihinsel aktivitenin yoğunluğunu, zaman baskısı, işin bitmesi için gerekli süre ve buna bağlı ortaya çıkan stresi, performans düzeyi, işin bitmesi için hissedilen başarı düzeyini, efor, işi tamamlayabilmek için çalışanın ortaya koyduğu fiziksel ve zihinsel zorlanma düzeyini, rahatsızlık seviyesi ise işi tamamlama sürecinde çalışanın yaşadığı mutsuzluk, öfke ve güvensizlik düzeyini göstermektedir (Yener ve ark., 2019). Tablo 3.1'de bilişsel yük değerlendirme boyutları yer almaktadır.

Tablo 3.1: NASA-TLX bilişsel yük değerlendirme boyutları. (Ocaktan ve ark.,2020; Kılıç, 2016; Tezcan, 2021; Fathon ve Muslimah, 2021)

| Zihinsel İş Yükü Boyutu | Değerlendirme Skalası | Açıklama |
|----------------------------|-----------------------|---|
| Zihinsel Gereksinim | Düşük-Yüksek | Görev sırasında düşünme, seçim yapma, tahmin, anımsama, bakma, arama gibi konularda ihtiyaç duyduğu zihinsel gereksinimdir. İşin kolay-zor, sade-karışık olduğuna dair çalışanın değerlendirme ölçütüdür. |
| Fiziksel Gereksinim | Düşük-Yüksek | Görev sırasında itirme, çekme, çevirme, denetim, çalıştırma gibi konularda ihtiyaç duyduğu fiziksel gereksinimdir. İşin kolay-zor, yavaş-hızlı olduğuna dair çalışanın değerlendirme ölçütüdür. |
| Zamansal Gereksinim | Düşük-Yüksek | Görev sırasında ne kadar acele etmek zorunda kaldığı gibi konularda ihtiyaç duyduğu zamansal gereksinimdir. İşin hızlı-yavaş olduğuna dair çalışanın değerlendirme ölçütüdür. |
| Performans | İyi-Kötü | Görev sırasında durumu değerlendiren kişilere göre ne derece başarılı olunduğudur. Hedeflere ulaşılmada veya görevin tamamlanmasına ilişkin hissedilen başarı ya da memnuniyet ölçütüdür. |

Tablo 3.1 (devam)

| Zihinsel İş Yükü Boyutu | Değerlendirme Skalası | Açıklama |
|-----------------------------|-----------------------|--|
| Efor | Düşük-Yüksek | Görev bitene kadar zihinsel ve fiziksel yönden ne kadar efor gösterildiğine dair değerlendirme ölçütüdür. |
| Rahatsızlık Seviyesi | Düşük-Yüksek | Görev sırasında sinirli, şüpheli, gönülsüz, memnun olmamış, ziyanda, stresli gibi konularda ortaya çıkan hissiyattır. Karışık-gevşek hissedildiğine dair değerlendirme ölçütüdür. |

Avantajları:

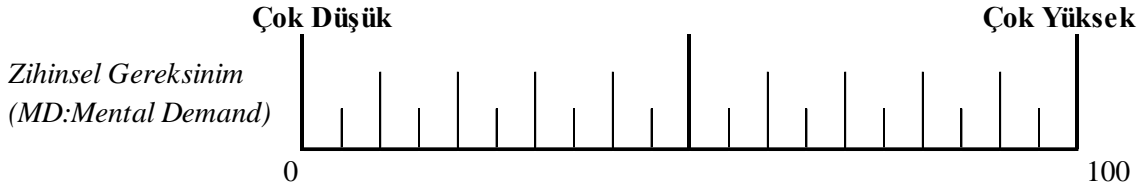
- Kabul gören bir yöntemdir ve bir çok alanda iş yükü ölçümü bu yöntem ile yapılmaktadır.
- Farklı zihinsel iş yükü ölçüm yöntemlerine göre çok daha kapsamlıdır.
- SWAT ve Geliştirilmiş Cooper-Harper gibi tekniklere göre daha duyarlı olduğu yapılan bazı çalışmalarda gösterilmiştir.
- Düşük iş yükü seviyesinde daha etkilidir.
- Farklı dillerde versiyonları mevcuttur (Çalımfidan, 2015).

Dezavantajları:

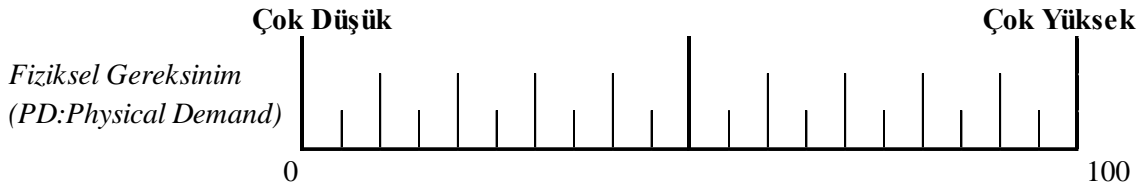
- Farklı dillere çevrilmesi hassasiyeti düşürmektedir.
- Orijinal talimatlarının çok uzun ve teknik tabirlerin fazlaca kullanıldığı görülmektedir.
- Altı alt faktör bazen korelasyon gösterebilmektedir.
- Bazı ölçütlerin iş yükü ölçümüne katkısı olmadığı değerlendirilmiştir (Çalımfidan, 2015).

Yöntem puanlama ve sıralama olmak üzere iki aşamalıdır. Çalışanlar ilk aşamada; Şekil 3.1’de yer alan, 6 boyut için hissettikleri iş yükünü, 0 (çok düşük) ile 100 (çok yüksek) puan arası bir skalayı (5’er puanlık aralıklara bölünen) değer vererek puanlarlar (Kurtgün, 2022).

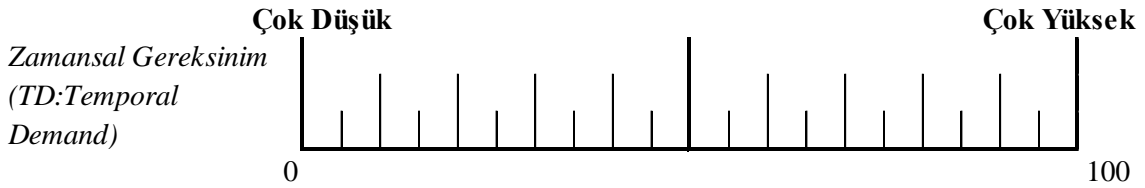
Ne kadar zihinsel ve algılama aktivitesine ihtiyaç duyuyorsunuz?(Düşünme, karar verme, hesaplama, hatırlatma, bakma, arama vb.) Görevin icrası hatasız ve kesin mi olmalı yoksa hata kabul edilebilir mi? Görev kolay mı zor mu? Sade mi karışık mı?



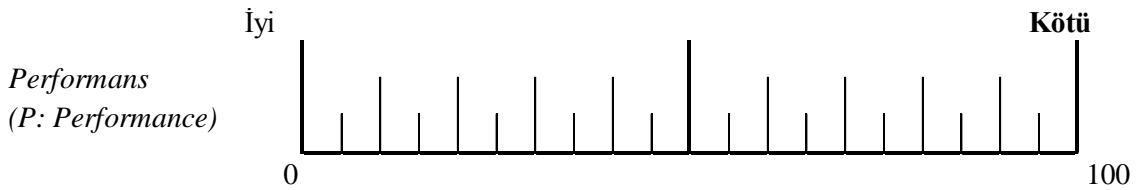
Ne kadar fiziksel aktiviteye ihtiyaç duyuyorsunuz? (ittirme, çekme, çevirme, kontrol etme vb.) Görev basit mi yorucu mu, yavaş mı hızlı mı, gelişi güzel yapılabiliyor mu özel bir özen mi istiyor?



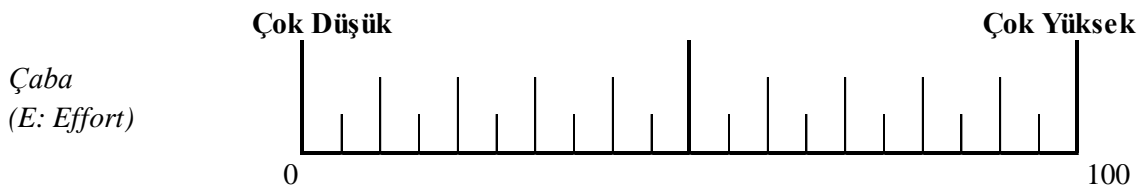
Belirli bir görevin bir aşamasını yerine getirirken ne kadar bir zaman baskısı, kısıtı üzerinizde hissetmektedir? Görevi yerine getirmek için atılan adımların hızlı ya da yavaş olması?



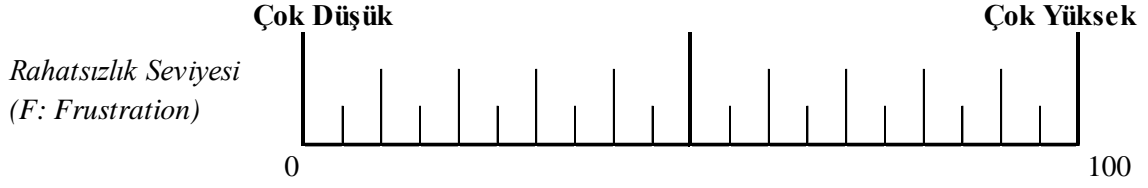
Verilen görevin hedeflerine ulaşmada size göre veya denetçilere göre ne derece başarılı olduğunuzu düşünüyorsunuz? Görevi yerine getirirken ne derece tatmin oluyorsunuz?



Görevinizi yerine getirmek için ne kadarlık ağır çalışma gereklidir?(zihinsel ve fiziksel)



Görevinizi yerine getirirken kendinizi ne kadar güvensiz, gayri memnun, zarar görmüş, gerilmiş, sinirlenmiş, karışık, gevşek ya da karmaşık hissediyorsunuz?



Şekil 3.1: NASA-TLX puanlama skalası. (Turan, 2019).

İkinci aşamada, bütün boyutlar birbiriyle ikili olarak kıyaslanır. Bu adımla, Şekil 3.2’de yer alan, toplamda 15 sıralama üzerinde çalışanların, kıyaslanan iki boyuttan hangisinin kendisi için daha zihinsel iş yükü oluşturduğu tespit edilemeye çalışılmaktadır (Kurtgün, 2022).

Zihinsel iş yükü ölçülen kişiler, ikili karşılaştırmalar sayesinde faktörler arasında iş yüküne en çok katkıda bulunduğunu düşündüğü ölçütü seçerler. 15 kez tekrarlanan farklı seçimlerin sonunda her bir ölçütün ne sıklıkta seçildiği yani frekans değeri elde edilir. Altı faktör için çıkan değer 15'e bölünerek faktörün ağırlık yüzdesi elde edilmektedir (Kılıç, 2016).

| | |
|----------------------|----------------|
| ZİHİNSEL TALEP | FİZİKSEL TALEP |
| ZAMANSAL TALEP | FİZİKSEL TALEP |
| PERFORMANS | ZİHİNSEL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | ZAMANSAL TALEP |
| EFOR | PERFORMANS |
| ZAMANSAL TALEP | PERFORMANS |
| EFOR | ZAMANSAL TALEP |
| FİZİKSEL TALEP | EFOR |

| | |
|----------------------|----------------|
| ZİHİNSEL TALEP | ZAMANSAL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | FİZİKSEL TALEP |
| EFOR | ZİHİNSEL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | ZİHİNSEL TALEP |
| PERFORMANS | FİZİKSEL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | PERFORMANS |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | EFOR |

Şekil 3.2: İkili karşılaştırma. (Turan, 2019).

$$NASA - TLX = \frac{1}{15} \sum_{i=1}^6 X_i \cdot W_i \quad (1.1)$$

X_i : Boyutların derecelenme puanı W_i : Boyutun ağırlık puanı

NASA-TLX zihinsel iş yükü puanı Eşitlik 1.1’de yer alan formüle göre hesaplanmaktadır (Yan ve ark., 2022). Riono ve ark., makalelerinde ölçümler sonucu elde edilen iş yükünü, altı faktör için Tablo 3.2’ye göre kategorilere ayırmaktadır (Riono ve ark., 2018).

Tablo 3.2: Zihinsel iş yükünün seviyesi. (Riono ve ark., 2018).

| No | Puan Aralığı | İş Yoğunluğu Kategorisi |
|----|--------------|-------------------------|
| 1 | 0-20 | Çok Düşük |
| 2 | 21-40 | Düşük |
| 3 | 41-59 | Orta |
| 4 | 60-79 | Yüksek |
| 5 | 80-100 | Çok Yüksek |

Tablo 3.2’de yer alan değerler ve kategorileri değerlendirmek için 80-100 puan arası elde edilen iş yükü puanlarının çok yüksek, 60-79 puan arası elde edilen iş yükü puanları yüksek ve 41-59 puan arası iş yükleri orta düzey olarak değerlendirilir. Bu iş yükü puanlarına sahip çalışanın durumunun değerlendirilmesi ve iyileşme önerilerinin getirilmesi tavsiye edilmektedir.

NASA-TLX Yöntemi ile puanlama aşamasından sonra Şekil 3.2’de yer alan ikili karşılaştırma sonucu elde edilen ağırlığın, ilgili puanlar ile çarpılması sonucu iş yükü puanı elde edilmektedir. İkili karşılaştırma sonucu elde edilen ağırlıkların, kişi seçimlerinin yüzde oranlarını da tespit etmeye yarayan konjoint analizi ile belirlenmesi de söz konusudur. Çünkü konjoint analizi her hangi bir konuda seçim yapabilmek, seçeneklerin kişilerin seçimlerini yapmakta etkili olan ağırlık yüzdelerini tespit edebilmek ve NASA-TLX yönteminin temelinde yer alan faktörlerin kişiler üzerinde oluşturduğu ağırlık yüzdesinin ortaya konmasına yarar sağlamaktadır.

4. KONJOİNT ANALİZİ (CONJOİNT ANALYSIS)

Konjoint kelime olarak anlamı birleşik, toplucak katılımıdır. CONsider ve Joint sözcüklerinin birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Conjoint Analysis kavram olarak Türkçe'ye İlişkilerin Analizi, Birleşik Analiz, İlişkilendirilme Analizi olarak çevrilebilmektedir (Durmaz, 2020; Dumanlı ve ark., 2013).

Konjoint Analizi konusunda ilk çalışmalar 1920'li yıllarda başlamıştır. Sonrasında Luce ve Tukey tarafından 1964'de Konjoint Ölçüsü ile ilgili bir makale yazılmıştır. Makalede iki yönlü bir tablonun yanıt seçenekleri ve seçeneklere verilen yanıtların ne anlam ifade ettiği üzerine yani sütunların satırlara etkilerini ortaya koyarak, konu ile ilgili çalışmaların başlamasına ve bilgisayar programlarının geliştirilmesine yön vermişlerdir (Luce ve Tukey, 1964). 1971'de Green ve Rao tarafından bir diğer önemli çalışma tüketici endekslerinin belirlenmesi üzerine yapılmıştır. Belirlenen tercihler melez veya birleşik yapıda olarak adlandırılmıştır (Green ve Rao, 1971). 1978'de Green ve Srinivasan tarafından ortaya konulan çalışmada ise farklı araştırmalara kaynak olabilecek niteliktedir. Çok çeşitli ürün ve hizmet bağlamlarında çok özellikli seçenekler için tüketici tercihlerini tahmin edebilmek adına pratik bir yöntem seti olarak çalışmalar anlam kazanmıştır (Dumanlı ve ark., 2013).

Konjoint Analizi bir ürünü ortaya çıkarmadan önce senaryonun bir benzetimini yaparak, ürün kullanıcısının ürünün hangi özelliklerini tercih konusu yaptığını ve kullanıcı için hangi özelliklerinin öncelikli olduğunu tespit etmeye çalışmaktadır. Yani çok seçeneğin arasında, seçim üzerinde önemli olan etkinin, diğer seçim durumlarına olan üstünlüğünü inceler (Rolfe ve ark., 2000).

Konjoint analizi, aslında bir tercih belirleme yöntemidir. Bu analiz yöntemi, tüketicinin belirli bir duruma karşı ne şekilde tepki vereceğini ölçmektedir (Ariksson ve Öterg, 2008). Konjoint Analizinin açıklanmış tercih yöntemleri söz konusudur. Açıklanan tercih çalışmaları, tercihleri yapan kişilerin gerçek davranışları ile ilgilenmektedir. Tercih yapan kişiler tarafından değerlendirilecek ürünün veya hizmetin çeşitleri, çalışmayı yapan kişi tarafından belirlenir. Bu ürün veya hizmetin birçok özelliği söz konusudur. Varsayımsal olarak, ürünün özelliklerini çalışma başlamadan önce belirleyip tercih yapan kişilere sunduğu için, avantajlı konumdadır (Durmaz, 2020).

Konjoint analizi amaçları arasında;

- dağılım stratejilerine verilen cevapların tahmin edilmesi konusu,
- pazar araştırması,
- ortaya çıkarılan ürünün veya hizmetin en uygun ve tutarlı kombinasyonlarının ortaya çıkarılması,
- tahmin değişkenlerinin faydalarının ortaya çıkarılması ortaya çıkarılan ürün veya hizmetin potansiyel tüketicilerin grupların tespit edilmesi,
- pazar paylarının tahmin edilebilmesi,
- satılan ürünlerin pazarlama stratejilerinin belirlenmesi,
- rakip firmanın hangi seçeneğe ne tepki vereceğinin tahmin edilebilmesi,
- fiyat veya diğer özellikler açısından değişikliğin gerekli olup olmadığına karar verilmesi,
- ürünü satın alacak kişinin tercih edeceği modellerin belirlenmesi,
- reklam stratejilerinin ne derece etkili olduğunun tespit edilmesi,

konuları yer almaktadır.

Konjoint analizi, dayanıksız tüketim malları (kalıp sabun, çorap, şampuan vs.), sanayi ürünleri (makine ve teçhizatlar, bilgisayarlar, fotokopi makineleri vs.), diğer ürünler (otomitiv, kamera, akü grupları vs.), finansal hizmetler (banka hizmetleri, sigorta poliçeleri, bakım hizmetleri), toplu taşıma hizmetleri (iç-dış hat uçuşları konusunda, tren operasyonları, elektrikli araba tasarımı), diğer hizmetler (otel hizmetleri, telefon hizmetleri, iş ve işçi bulma) gibi konularda birçok ihtiyaca cevap olmaktadır (Rao, 2014).

Konjoint analizinin avantajları arasında;

- sayısal olmayan ifadeleri sayısal şekilde ifade edilebilecek duruma getirmek,
- sözel ifadeleri kendi aralarında ölçülebilir hale getirilerek,
- seçenekleri birbirleri arasında karşılaştırma imkanı sağlamak,
- analiz yapılan kişinin ürünü veya hizmeti tercih ettiği özellikleri tespit ederken, tercih etmediği ve gözden çıkardığı özellikleri de tespit etmek yer almaktadır (Durmaz, 2020).

Konjoint analizinin dezavantajları arasında ise;

- aynı araştırmanın, aynı katılımcılar üzerinde bire bir aynısının yeniden uygulanmasında, farklı fayda tahminleri barındırabilmesi (Rao, 2014).
- analiz yapılan kişi tercihlerini, belirlenmiş sınırlar içinde yapmaya mecbur bıraktığı için katılımcının belirli noktalarda yönlendirmiş olması (Durmaz, 2020).
- analiz yapılan kişinin konu ile ilgili çok bilgilendirilmesi, analizi yapılan kişilerin genel toplumu daha az temsil etmelerine sebep vermesi (Rolfe ve ark., 2000),
- yöneltilen soruların, kişilerde farklı anlamlar çıkarılmasına sebep vermesinden dolayı, çalışmanın bazı durumlarda anlamsızlık hissine sebep olması (McCullough, 2002),
- konular ile ilgili az bilgilendirme yapılan kişinin analizin anlamlılığından uzaklaşmasına sebep vermesi (Rolfe ve ark., 2000),
- bir özelliğin diğer özelliklere göre çok sayıda düzeyi söz konusu ise o özelliğin diğerlerine göre daha önemli olduğu düşünülmesi yer almaktadır (Durmaz, 2020).

5. UYGULAMA

5.1 Uygulama Yapılan Şirketin ve AR-GE Merkezinin Tanıtımı

1977 yılında Balıkesir’de işçilerin birikimleri ile kurmuş olduğu İşbir Elektrik Sanayii A.Ş., Türkiye’nin ilk jeneratör ve en yüksek güçte alternatör üreticisidir. Alternatör ve jeneratör dışında kuvvet ve kumanda panoları, standart, senkron, senkronizasyon dual ve askeri standartla uygun marin panolar, frekans konvertörleri, sessiz jeneratörler ve marin jeneratörler de üretmektedir.

AR-GE Merkezi ise 2017 tarihi itibarıyla Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından tescil edilerek faaliyetlerine başlamıştır. Faaliyetleri arasında sessiz jeneratörler, su soğutmalı asenkron alternatörler, sessiz dual jeneratörler, frekans konvertörleri, monofaze asenkron jeneratörler, taşınabilir dizel jeneratörler, senkron alternatörlü sessiz taktik dual jeneratörler, ihtar ve akıncı projeleri yer almaktadır.



Şekil 5.1: İşbir Elektrik Sanayii A.Ş. AR-GE Merkezi.

5.2 AR-GE Merkezi Çalışanlarının Zihinsel İş Yükü Ölçümünün Yapılması

İşbir Elektrik Sanayii A.Ş., 2017 yılında AR-GE Merkezi kurarak daha bilimsel ve yenilikçi yönler ile alternatör ve jeneratör proje geliştirmesine doğrudan katkı sağlamaya devam etmektedir. AR-GE Merkezi diğer benzer nitelikli AR-GE Merkezleri gibi kendi içinde bazı problemleri beraberinde getirmektedir.

AR-GE merkezleri, yönetmelik gereği en az 15 adam/ayı tamamlamak durumundadır. Ayrıca giriş ve çıkışları da kontrollü olmalıdır. Yani çalışanın gün içerisinde; yüksek lisans eğitimi, doktora eğitimi, laboratuvar, analiz, test ve deneysel çalışmalar, diğer AR-GE veya tasarım merkezlerinde yapılan çalışmalar, saha araştırması, prototip geliştirmeye yönelik faaliyetler, bilimsel içerikli etkinlikler dışında giriş ve çıkışları kontrollü olmak zorundadır. Bu durum çalışanlar arasında iş yükü oluşturmaktadır.

AR-GE merkezinde, daha önce yapılmış olan üretim projelerinden farklı ve AR-GE niteliği olan, katma değer yaratan, cari açığı önleyebilecek nitelikte, mümkünse yenilenebilir enerjiden faydalanılan, benzer nitelikli projelerden üstün özelliklerde olmalıdır. Bu durum çalışan arasında efor yönünden de iş yükü oluşturmaktadır.

Projelerin konusunu belirleyen ihtiyaçlar, projede görev alan çalışan sayısı, projenin konusu, projenin özeti, bütçesi, hizmet alımı konusu, proje konusunu belirleyen ihtiyaçlar, proje kapsamında yapılacak faaliyetler (iş paketleri), projenin yenilikçi yönü ve AR-GE niteliği, projenin beklenen çıktı ve faydaları önceden belirlenmeli ve sürece bu şekilde başlanılmalıdır.

Farklı AR-GE projeleri aynı süre zarfı içerisinde paralel olarak yürütülmeli, zamanında bitirilmeli, projeler yürütülürken tüm sürecin takibi eş zamanlı olarak sağlanmalıdır.

Tüm bu süreçler çalışan üzerinde fiziksel olduğu gibi ve zihinsel de iş yükü oluşturmakta ve hayatın büyük bir bölümü iş yerinde geçen çalışanın tüm yaşamını da önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu tezin aynı zamanda konusu olan zihinsel iş yükü ölçümü, AR-GE merkezi çalışanları (araştırmacı ve teknisyenler) üzerinde yapılmış, zihinsel iş yükü değerlendirilirken NASA-

TLX yöntemi kullanılmıştır. Çalışanların zihinsel iş yüklerinin altı faktör üzerinden değerlendirmesi sonucu Tablo 5.1’de özetlenmiştir.

Tablo 5.1 AR-GE Merkezi iş yükleri.

| Zihinsel Gereksinim | Fiziksel Gereksinim | Zamansal Gereksinim | Efor | Performans | Rahatsızlık Seviyesi |
|--|--|---|--|--|--|
| Aynı anda birçok süreci yürütmek durumunda kalınması | Çalışanın uzun süre aynı pozisyonda bilgisayar analizleri yapması | Aynı süre zarfı içerisinde birçok süreci yürütmek durumunda kalınması | Projeleri tamamlamak için gerekli fiziksel ve zihinsel unsurların meydana gelmesi, | Bunların yapılması sırasında kendini ne kadar başarılı gördüğü, | Tüm bu işleri yaparken durumdan hissedilen rahatsızlık, |
| Çalışanın birçok işle meşgul olmak zorunda kalması, | Test anlamında 24 saat süren alternatör test faaliyetleri ile uğraşılması | Zaman/mesai kavramına uymak zorunda olunması, | Patent, faydalı model ve marka ortaya koymak için gerekli efor faaliyetleri, | Yöneticiler gözünden bakıldığında performansın ne derecede iyi görüldüğü, | Oluşan baskı ve süreç içerisinde motivasyon bozukluğu ve hayal kırıklığı yaşanması, |
| Projelerin uyması gereken standartları ortaya koymaya çalışma faaliyetleri | Uzun saatlerde ortaya çıkan tasarım ve konfigürasyonlarla bilgisayar başında uğraşmak zorunda kalınması | Projelerin gecikmeden zamanında bitirilmesinin gerekmesi, | | Kıdem veya yükselme durumları açısından değerlendirildiğinde çalışanın kendini hangi seviyede gördüğü, | Çalışan üzerinde oluşan rahatsızlığın yaşamının geri kalan kısmını ne kadar etkilediğinin tespit edilmesi, |
| Projelerin başarılı şekilde tamamlanmasının gerekmesi | Makale ve literatür araştırmak için aynı pozisyonda uzun süre oturmak Sıcak (+40) ve soğuk (-20) testlerinde bulunmak zorunda kalınması | Yıl içerisinde belli zaman periyodları arasındaki denetimlere uymak zorunda olunması, Uzun süren analizlerin takip edilmesi, | | | |
| | | Günlük 9 saat, haftalık 45 saati AR-GE Merkezi içerisinde geçirmek zorunda olunması | | | |

Tüm bunlar değerlendirildiğinde zihinsel iş yükünün çok yönlü ele alınması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu durumlara en uygun ve aynı zamanda en çok kullanılan zihinsel iş yükü ölçüm tekniklerinden NASA-TLX yöntemidir.

5.3 NASA-TLX Yöntemi İçin Anket İle Veri Elde Edilmesi

AR-GE merkezi bir doktoralı, iki yüksek lisanslı, altı yüksek lisans öğrencisi, on iki lisanslı araştırmacı ve bir teknisyen barındırmaktadır. AR-GE merkezi; mühendislik(elektrik, elektrik-elektronik, malzeme ve metalürji, makine, mekatronik, bilgisayar, endüstri), mekanik tasarım, iktisat ve elektrik teknisyeni branşlarından oluşan çalışanlardan oluşmaktadır. Çalışanlar 6 ay ile 24 yıl arasında tecrübe sahibidir.

Bu çalışanlara, zihinsel iş yükünü ölçmeleri amacıyla NASA-TLX ölçütlerinden oluşan ve ikili karşılaştırma yapabilecekleri anket formları dağıtılmıştır. (EK A:Anket Soruları) Yaptıkları işleri göz önünde bulundurarak ankette yer alan boyutları 0-100 arasında puanlandırmaları istenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2: AR-GE Merkezi çalışanları NASA-TLX puanlama skalası.

| Çalışan | Zihinsel Gereksinim | Fiziksel Gereksinim | Zamansal Gereksinim | Performans | Efor | Rahatsızlık Seviyesi |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|------|----------------------|
| P1 | 80 | 95 | 60 | 90 | 90 | 80 |
| P2 | 80 | 40 | 80 | 15 | 70 | 75 |
| P3 | 90 | 95 | 95 | 90 | 80 | 70 |
| P4 | 85 | 45 | 95 | 75 | 95 | 45 |
| P5 | 100 | 30 | 100 | 90 | 70 | 20 |
| P6 | 60 | 50 | 60 | 10 | 60 | 20 |
| P7 | 90 | 60 | 70 | 80 | 80 | 10 |
| P8 | 40 | 55 | 50 | 50 | 40 | 50 |
| P9 | 70 | 30 | 80 | 5 | 70 | 30 |
| P10 | 90 | 95 | 95 | 5 | 90 | 30 |
| P11 | 80 | 25 | 45 | 20 | 50 | 10 |
| P12 | 80 | 60 | 70 | 15 | 55 | 90 |
| P13 | 95 | 30 | 90 | 70 | 90 | 10 |
| P14 | 90 | 20 | 70 | 90 | 80 | 60 |
| P15 | 80 | 40 | 75 | 80 | 75 | 90 |
| P16 | 70 | 70 | 80 | 80 | 80 | 50 |
| P17 | 65 | 90 | 80 | 85 | 90 | 65 |
| P18 | 80 | 40 | 90 | 90 | 100 | 90 |
| P19 | 60 | 50 | 70 | 45 | 65 | 25 |

Tablo 5.2 (devam)

| Çalışan | Zihinsel Gereksinim | Fiziksel Gereksinim | Zamansal Gereksinim | Performans | Efor | Rahatsızlık Seviyesi |
|------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|------|----------------------|
| P20 | 100 | 50 | 100 | 10 | 90 | 0 |
| P21 | 95 | 10 | 95 | 5 | 80 | 90 |

Aynı çalışanların 15 adet ikili karşılama sonuçları ise Tablo 5.3’de verildiği gibidir.

Tablo 5.3: AR-GE Merkezi çalışanlarının NASA-TLX ikili karşılaştırmaları.

| Çalışan | Zihinsel G. | Fiziksel G. | Zamansal G | Fiziksel G. | Performans | Zihinsel G. | Rahatsızlık | Zamansal G | Efor | Performans | Zamansal G | Performans | Efor | Zamansal G | Fiziksel G. | Efor | Zihinsel G. | Zamansal G | Rahatsızlık | Fiziksel g. | Efor | Zihinsel. G. | Rahatsızlık | Zihinsel G. | Performans | Fiziksel G. | Rahatsızlık | Performans | Rahatsızlık | Efor |
|---------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|------|------------|------------|------------|------|------------|-------------|------|-------------|------------|-------------|-------------|------|--------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|------------|-------------|------|
| | P1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| P21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

NASA-TLX çözümü sonrası elde edilen sonuçlar Tablo 5.4'te verilmiştir.

Tablo 5.4: AR-GE Merkezi çalışanlarının NASA-TLX iş yükü değerleri.

| Çalışan | Zihinsel Gerek. | Ağırlık % | Fiziksel Gerek. | Ağırlık % | Zamansal Gerek. | Ağırlık % | Performans | Ağırlık % | Efor | Ağırlık % | Rahatsız Sev. | Ağırlık % | SONUÇ |
|------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|------|-----------|---------------|-----------|--------------|
| P1 | 80 | 0,00 | 95 | 26,67 | 60 | 6,67 | 90 | 13,33 | 90 | 20,00 | 80 | 33,33 | 86,00 |
| P2 | 80 | 33,33 | 40 | 6,67 | 80 | 20,00 | 15 | 26,67 | 70 | 13,33 | 75 | 0,00 | 58,67 |
| P3 | 90 | 6,67 | 95 | 33,33 | 95 | 20,00 | 90 | 13,33 | 80 | 26,67 | 70 | 0,00 | 90,00 |
| P4 | 85 | 26,67 | 45 | 0,00 | 95 | 26,67 | 75 | 20,00 | 95 | 20,00 | 45 | 6,67 | 85,00 |
| P5 | 100 | 26,67 | 30 | 6,67 | 100 | 33,33 | 90 | 0,00 | 70 | 13,33 | 20 | 20,00 | 75,33 |
| P6 | 60 | 26,67 | 50 | 0,00 | 60 | 20,00 | 10 | 33,33 | 60 | 6,67 | 20 | 13,33 | 38,00 |
| P7 | 90 | 13,33 | 60 | 13,33 | 70 | 20,00 | 80 | 26,67 | 80 | 20,00 | 10 | 6,67 | 72,00 |
| P8 | 40 | 13,33 | 55 | 26,67 | 50 | 20,00 | 50 | 13,33 | 40 | 26,67 | 50 | 0,00 | 47,33 |
| P9 | 70 | 13,33 | 30 | 6,67 | 80 | 26,67 | 5 | 26,67 | 70 | 26,67 | 30 | 0,00 | 52,67 |
| P10 | 90 | 6,67 | 95 | 33,33 | 95 | 13,33 | 5 | 20,00 | 90 | 26,67 | 30 | 0,00 | 75,33 |
| P11 | 80 | 26,67 | 25 | 6,67 | 45 | 20,00 | 20 | 20,00 | 50 | 26,67 | 10 | 0,00 | 49,33 |
| P12 | 80 | 13,33 | 60 | 6,67 | 70 | 6,67 | 15 | 13,33 | 55 | 33,33 | 90 | 26,67 | 63,67 |
| P13 | 95 | 13,33 | 30 | 6,67 | 90 | 33,33 | 70 | 26,67 | 90 | 20,00 | 10 | 0,00 | 81,33 |
| P14 | 90 | 33,33 | 20 | 0,00 | 70 | 6,67 | 90 | 26,67 | 80 | 13,33 | 60 | 20,00 | 81,33 |
| P15 | 80 | 26,67 | 40 | 0,00 | 75 | 20,00 | 80 | 6,67 | 75 | 13,33 | 90 | 33,33 | 81,67 |
| P16 | 70 | 20,00 | 70 | 6,67 | 80 | 26,67 | 80 | 20,00 | 80 | 26,67 | 50 | 0,00 | 77,33 |
| P17 | 65 | 13,33 | 90 | 13,33 | 80 | 20,00 | 85 | 13,33 | 90 | 26,67 | 65 | 13,33 | 80,67 |
| P18 | 80 | 33,33 | 40 | 0,00 | 90 | 26,67 | 90 | 6,67 | 100 | 13,33 | 90 | 20,00 | 88,00 |
| P19 | 60 | 20,00 | 50 | 13,33 | 70 | 20,00 | 45 | 26,67 | 65 | 20,00 | 25 | 0,00 | 57,67 |
| P20 | 100 | 26,67 | 50 | 0,00 | 100 | 26,67 | 10 | 26,67 | 90 | 13,33 | 0 | 6,67 | 68,00 |
| P21 | 95 | 33,33 | 10 | 0,00 | 95 | 26,67 | 5 | 13,33 | 80 | 6,67 | 90 | 20,00 | 81,00 |

Altı ölçüte verilen puanlar, ikili karşılaştırmada önceliklendirilen seçimlerin tekrar yüzdeleri ile çarpılması işe iş yükü puanı oluşturulmuştur.

NASA-TLX çözümünde Tablo 3.2’de yer alan Riono ve arkadaşlarının belirlemiş olduğu düzeylere göre NASA-TLX ve mobil uygulama çözümü değerlendirildiğinde;

9 çalışanın zihinsel iş yükünün çok yüksek seviyede olarak nitelendirilen 80-100 puan arasında olduğu,

bu çalışanların ise 2-8 yıl arası tecrübelerde oldukları ve 26-38 yaş aralığında oldukları, bu çalışanlarında zihinsel gereksinim ve zamansal gereksinimlerinin, zihinsel iş yükü açısından diğer dört faktöre göre daha öncelikli olduğu,

6 çalışanın zihinsel iş yükünün yüksek seviyede olarak nitelendirilen 61-79 puan arasında olduğu,

bu çalışanların ise 6-20 yıl arası tecrübelerde oldukları ve 26-44 yaş aralığında oldukları, bu çalışanlarında zamansal gereksinimlerinin, zihinsel iş yükü açısından diğer beş faktöre göre daha öncelikli olduğu,

5 çalışanın zihinsel iş yükünün orta seviyede olarak nitelendirilen 41-59 puan arasında olduğu,

bu çalışanların ise 1-8 yıl arası tecrübelerde oldukları, 26-55 yaş aralığında oldukları, bu çalışanlarında zihinsel gereksinimlerinin, zihinsel iş yükü açısından diğer beş faktöre göre daha öncelikli olduğu görülmüştür.

Aynı zamanda, zihinsel iş yükü anlamında çok yüksek olan çalışanların, elektrik, elektrik-elektronik, endüstri, mekatronik, makine mühendisleri ve tasarımcı olarak görev yaptıkları tespit edilmiştir.

Bu çalışmada 6 faktörün ağırlıklarını, Tablo 3.2’de yer alan 5 düzey(çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek) için belirlemek amacıyla konjoint analizi yapılmasına ve elde edilen ağırlıkların puanlar ile çarpıldığında anlamlı sonuçlar verip vermeyeceği tespit edilemeye çalışılmıştır.

NASA bünyesinde geliştirilmiş, NASA-TLX’in mobil uygulaması mevcuttur. Bu mobil uygulama, NASA-TLX zihinsel iş yükünün tespit edilmesi konusunda elle çözüme ihtiyaç

kalmadan ve sonradan değişiklik yapmaya zemin sağlamak üzere geliştirilmiştir. Bu resmi mobil uygulaması ile AR-GE Merkezi beyaz yakalı çalışanlarının zihinsel iş yüklerinin ölçülmesi ve sonuçların kağıt, kalem ve Excel programına gerek kalmadan hesaplanması ve daha sonra değiştirilip yeniden puanlamaya imkan vermesi ve bu sayede de artış/azalışın daha nesnel şekilde yorumlanmasına kolay imkan vermesi sebebiyle kullanılmıştır. (NASA-TLX iOS 10.0 Sürümü) Sonuçların NASA-TLX iOS 10.0 Sürümü ile elde çözüm ile aynı çıktığı görülmüş ve çözümler EK B: NASA-TLX iOS 10.0 Sürümü Çözüm Aşamaları'nda ayrıntılandırılmıştır. Bu sebepten, NASA-TLX mobil uygulamasının, kağıt kalem olmayan ortamda, pandemi şartlarında, online cevaplar alınmak istenildiğinde pratik olarak kullanılabilir olduğu söylenebilmektedir.

5.4 Kart Sıralama İçin Taguchi Yönteminin Kullanılması

Konjoint Analizi, seçenekler arasında seçim yapan kişinin, ürünün hangi özelliklerinden dolayı tercih konusu yaptığını ve hangi özelliklerinin diğerlerine göre öncelikli olduğunu tespit etmeye çalışmaktadır. Aynı analiz, iş yükü yöntemlerinde kart sıralaması yapıldıktan sonra sıralanan kartların sonucundan analiz yapan kişilerin neye göre analiz yaptıklarını da ortaya koymaktadır. NASA-TLX yönteminde altı faktör ve beş düzey (Tablo 3.2) söz konusudur. Bu faktör ve düzeyler için 720 adet farklı kombinasyon söz konusudur. Taguchi yöntemi ile bu kadar çok kombinasyon ile uğraşmadan en optimal kombinasyonları ortaya koymaktadır.

Kart sıralaması yöntemi, zihinsel iş yükü ölçüm yöntemlerinden önemli diğer bir öznel iş yükü ölçüm yöntemi olan SWAT yöntemi çözümünün temelinde yatmaktadır. SWAT Yönteminde zihinsel baskı, stres ve çaba olmak üzere 3 boyut için düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 düzeyde toplamda 27 kart oluşturulur (Sarı, 2021; Yul ve Sat Setiyawan, 2021). Zihinsel iş yükü ölçülen kişi oluşturulan bu kartları T:Zaman Baskısı E:Efor S:Stres yönünden sıralaması gerekmektedir.

NASA-TLX Yönteminde ise bu faktörler zihinsel gereksinim, fiziksel gereksinim, zamansal talep, performans, efor düzeyi ve rahatsızlık seviyesi olmak üzere 6 adettir. Bu faktörleri çalışanların 0 ile 100 arasında puanlaması istenir. Puanlar 0-20 puan çok düşük, 21-40 puan düşük, 41-59 puan orta, 60-79 puan yüksek ve 80-100 puan arasını çok yüksek olacak şekilde düzeylere ayırmıştır (Riono ve ark., 2018). Bu bağlamda kart sıralaması için 6 boyut ve 5 düzeyin oluşturduğu toplamda 720 adet kart oluşması ve bu kart çalışanlara sıralatılması gerekmektedir.

720 adet kartın sıralanması, çalışmada dikkat dağınıklığına sebep vererek seçmiş olduğu kartları tekrar tekrar seçim algısı uyandırması muhtemeldir. Bu tip çok faktörlü ve çok düzeyli çalışmalar için bilimde deney tasarımı yöntemleri uygulanmaktadır.

Deney tasarımı, birden fazla değişken ve birden fazla boyutlar söz konusu olduğunda daha az deney adedi ile optimum sonuca ulaşma kolaylığı sağlamaktadır. 1980’li yıllarda Genichi Taguchi tarafından geliştirilen (Antony, 2014) ve deney tasarımı yöntemlerinden biri olan Taguchi yöntemi, daha az deney yapılarak optimum sonuçlar elde edilebileceği ortaya konmuştur (Antony ve ark., 2014).

En az deney ile optimize edilen ve en uygun parametre kombinasyonlarını belirlemek üzere kullanılan (Googerdchian ve ark., 2018), istatistiksel deney tasarım yöntemlerinden biri olan bu yöntem, en az deney yaparak maliyetleri en düşük seviyede tutma prensibine dayanmaktadır (Uran, 2022).

Bu yöntemden esinlenilerek, MINITAB Programı ile Tablo 5.5’de yer alan 25 kart oluşturulmuştur.

Tablo 5.5: Taguchi Yöntemi ile 6 faktör ve 5 boyut için oluşturulan kartlar.

| | Zihinsel Gereksinim | Fiziksel Gereksinim | Zamansal Gereksinim | Performans | Efor | Rahatsızlık Seviyesi |
|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------|------|-------------------------|
| Kart1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Kart2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Kart3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Kart4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Kart5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Kart6 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Kart7 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 |
| Kart8 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 |
| Kart9 | 2 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 |
| Kart10 | 2 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Kart11 | 3 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 |
| Kart12 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 5 |
| Kart13 | 3 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 |
| Kart14 | 3 | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 |
| Kart15 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 3 |
| Kart16 | 4 | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 |
| Kart17 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 | 4 |

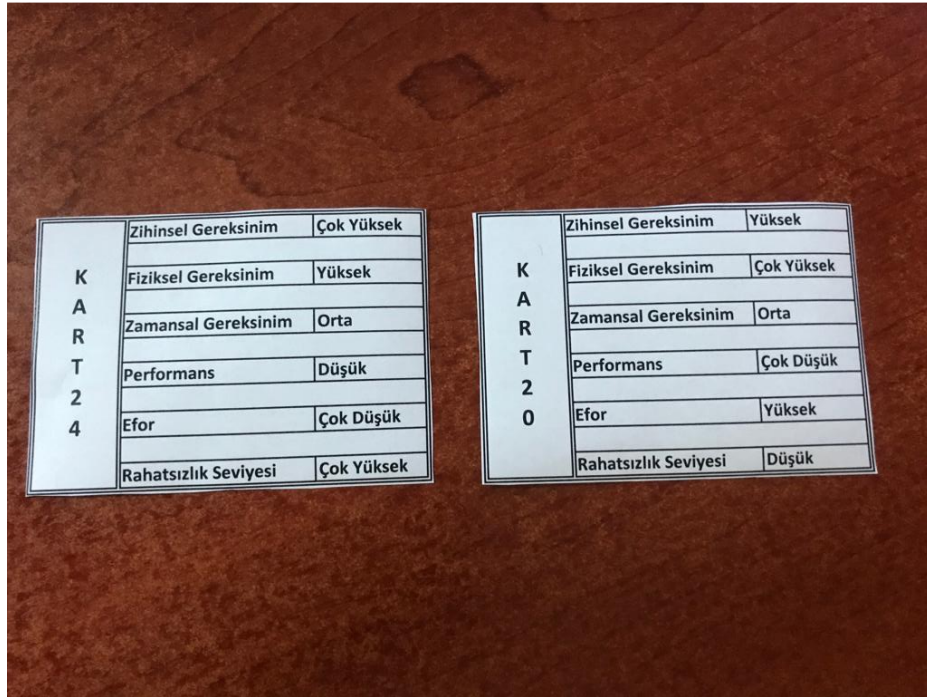
5:çok yüksek 4:yüksek 3:orta 2:düşük 1:çok düşük

Tablo 5.5 (devam)

| | Zihinsel Gereksinim | Fiziksel Gereksinim | Zamansal Gereksinim | Performans | Efor | Rahatsızlık Seviyesi |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|------|----------------------|
| Kart18 | 4 | 3 | 1 | 4 | 2 | 5 |
| Kart19 | 4 | 4 | 2 | 5 | 3 | 1 |
| Kart20 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 |
| Kart21 | 5 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 |
| Kart22 | 5 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 |
| Kart23 | 5 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 |
| Kart24 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 |
| Kart25 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

5:çok yüksek 4:yüksek 3:orta 2:düşük 1:çok düşük

Örneğin Kart20, fiziksel gereksinimin çok yüksek, zihinsel gereksinim ve efor seviyesinin faktörünü yüksek, zamansal gereksinimin orta, rahatsızlık seviyesini düşük ve performans seviyesinin ise çok düşük olarak nitelendirildiğini ifade ederken; Kart24, zihinsel gereksinim ve rahatsızlık seviyesinin çok yüksek, fiziksel gereksinimin yüksek, zamansal gereksinimin orta, performans seviyesinin düşük, efor seviyesinin ise çok düşük olduğunu ifade etmektedir. Örnek kartlar Şekil 5.2’de yer almaktadır.



Şekil 5.2: Kart örnekleri.

5.5 Sıralanan Kartların Konjoint Analizi Faktör Ağırlıklarının Belirlenmesi

Konjoint Analizi nitel verileri nicel olarak karşılaştırabilmektedir. Dilsel ifadeleri (örneğin renk, marka değeri, duygular, iş yükü vb.) sayısal ifadelere dönüştürerek analize etmeye yaramaktadır. (Usta ve Çilingiroğlu, 2018).

Konjoint Analizinde bireylere sorular sorularak, farklı özellik ve düzeyler içeren kavram, ürün, hizmetler arasında seçim yapması sağlanır. Yanıtlayıcılar bir kavram ile ilgili değerlendirmede, kavramın içinde yer alan diğer faktör düzeylerinden vazgeçmektedirler (Usta ve Çilingiroğlu, 2018).

Konjoint Analizine tüm özelliklerin tüm düzeylerinin tüketicinin tercihine olan katkısı, o özellik düzeyinin kısmi faydası olarak adlandırılır (Usta ve Çilingiroğlu, 2018). NASA-TLX Yönteminde de ikili karşılaştırma yaptırılırken, seçim yapılan ölçüt, kendisi için kısmi fayda sağlamaktadır.

NASA-TLX Yöntemi de öznel yani niteliksel ifadeleri, nicel sonuçlara dönüştürmektedir.

Aynı şekilde NASA-TLX Yöntemi zamansal gereksinim, fiziksel gereksinim, zihinsel gereksinim, efor, rahatsızlık düzeyi ve performans faktörlerinin kendi aralarında ikili seçim yaptırılmaktadır. Zihinsel iş yüklerine göre bu altı faktör arasında ikili olarak birinin seçilmesi diğerlerinden vazgeçilmesi demektir. Yani aslında bu durum 6 faktöründe kendi içinde de sıralaması değil sadece iki kartın birbiri arasında sıralaması demektir. Konjoint analizi yaparak faktörler sadece ikisi arasında değil, diğer faktörler arasında da önceliklendirilmiş olmaktadır.

Amaç, 720 kart 6 faktör ve 5 boyutta çalışanın daha iyi sıralamasını sağlamaktır ancak 720 kartı sıralamak oldukça yorucu, dikkat dağınıklığını ortaya çıkaracak ve çalışanların bu kartı daha öncede de seçtiği algısına sebep olacaktır.

Kart sıralama yöntemi için Deney Tasarımı-Taguchi Metodu ile oluşturulan ve Tablo 5.5'te yer alan 25 kart ile yapılmıştır. Kartlar çalışanlara dağıtılmış ve kendisi için 1 ile 25 arasında en fazladan en aza olacak şekilde sıralanmaları istenmiştir.

SPSS Programında direkt konjoint analizi yapacak bir modül bulunmamaktadır. Konjoint analizi, IBM SPSS Statistics 26 Programına Syntex yazılarak yapılmaktadır.

Bu bağlamda bir plan dosyası (.sav uzantılı), bir de yapılmış olan anketin bir dosyası (.sav uzantılı) olması gerekmektedir.

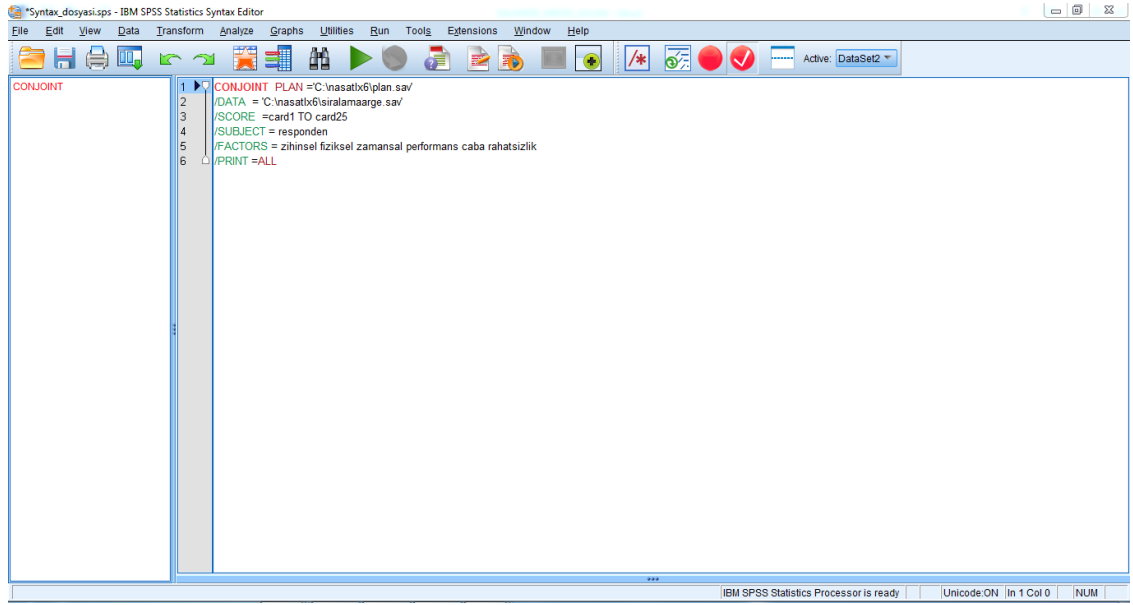
Şekil 5.3’de yer alan plan dosyası her bir kartın SPSS’e tanıtıldığı dosya, Şekil 5.4’te yer alan sıralama dosyası ise zihinsel iş yükü ölçülen kişilerin sıralanmış olduğu kartların bilgisini vermektedir.

| | zihinsel | fiziksel | zamansal | performans | caba | rahatlıksızlık | STATUS | CARD | var | var | var | var | var | var |
|----|----------|----------|----------|------------|------|----------------|--------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0 | 1 | | | | | | |
| 2 | 1,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 2,00 | 0 | 2 | | | | | | |
| 3 | 1,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 3,00 | 0 | 3 | | | | | | |
| 4 | 1,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 0 | 4 | | | | | | |
| 5 | 1,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 5,00 | 0 | 5 | | | | | | |
| 6 | 2,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 0 | 6 | | | | | | |
| 7 | 2,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 1,00 | 0 | 7 | | | | | | |
| 8 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 | 1,00 | 2,00 | 0 | 8 | | | | | | |
| 9 | 2,00 | 4,00 | 5,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 0 | 9 | | | | | | |
| 10 | 2,00 | 5,00 | 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 0 | 10 | | | | | | |
| 11 | 3,00 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 2,00 | 4,00 | 0 | 11 | | | | | | |
| 12 | 3,00 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 0 | 12 | | | | | | |
| 13 | 3,00 | 3,00 | 5,00 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 0 | 13 | | | | | | |
| 14 | 3,00 | 4,00 | 1,00 | 3,00 | 5,00 | 2,00 | 0 | 14 | | | | | | |
| 15 | 3,00 | 5,00 | 2,00 | 4,00 | 1,00 | 3,00 | 0 | 15 | | | | | | |
| 16 | 4,00 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 5,00 | 3,00 | 0 | 16 | | | | | | |
| 17 | 4,00 | 2,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 4,00 | 0 | 17 | | | | | | |
| 18 | 4,00 | 3,00 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 5,00 | 0 | 18 | | | | | | |
| 19 | 4,00 | 4,00 | 2,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 0 | 19 | | | | | | |
| 20 | 4,00 | 5,00 | 3,00 | 1,00 | 4,00 | 2,00 | 0 | 20 | | | | | | |
| 21 | 5,00 | 1,00 | 5,00 | 4,00 | 3,00 | 2,00 | 0 | 21 | | | | | | |
| 22 | 5,00 | 2,00 | 1,00 | 5,00 | 4,00 | 3,00 | 0 | 22 | | | | | | |
| 23 | 5,00 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 5,00 | 4,00 | 0 | 23 | | | | | | |

Şekil 5.3: Konjoint analizi için plan dosyası.

| | resp onde n | car d1 | car d2 | car d3 | car d4 | car d5 | car d6 | car d7 | car d8 | car d9 | car d10 | car d11 | car d12 | car d13 | car d14 | car d15 | car d16 | car d17 | car d18 | car d19 | car d20 | car d22 | car d23 | car d24 | car d25 | var | |
|----|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|--|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 6 | 9 | 7 | 8 | 11 | 4 | 5 | 10 | 12 | 14 | 15 | 18 | 19 | 20 | 22 | 24 | 13 | 17 | 16 | 23 | 25 | 21 | |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 3 | 7 | 13 | 19 | 8 | 14 | 6 | 10 | 15 | 16 | 22 | 4 | 25 | 21 | 5 | 9 | 17 | 11 | 20 | 23 | 12 | 18 | 24 | |
| 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 7 | 8 | 15 | 10 | 11 | 4 | 14 | 16 | 5 | 6 | 12 | 9 | 13 | 23 | 18 | 22 | 19 | 20 | 17 | 24 | 25 | 21 | |
| 4 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 10 | 14 | 15 | 17 | 18 | 22 | 24 | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 12 | 19 | 21 | 25 | 16 | 20 | 23 | |
| 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 9 | 10 | 12 | 14 | 18 | 20 | 22 | 16 | 6 | 8 | 19 | 7 | 24 | 11 | 13 | 15 | 17 | 23 | 25 | 21 | |
| 6 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 11 | 18 | 15 | 14 | 10 | 6 | 13 | 7 | 20 | 19 | 9 | 12 | 22 | 24 | 16 | 17 | 21 | 5 | 8 | 25 | 23 | |
| 7 | 7 | 1 | 2 | 3 | 7 | 13 | 19 | 25 | 8 | 14 | 20 | 21 | 9 | 15 | 16 | 22 | 4 | 5 | 6 | 10 | 11 | 12 | 17 | 18 | 23 | 24 | |
| 8 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 9 | 10 | 12 | 14 | 15 | 17 | 19 | 21 | 25 | 6 | 7 | 11 | 13 | 18 | 20 | 16 | 22 | 23 | 24 | |
| 9 | 9 | 1 | 2 | 3 | 9 | 14 | 12 | 22 | 10 | 18 | 17 | 6 | 7 | 8 | 15 | 19 | 23 | 11 | 4 | 5 | 24 | 25 | 21 | 13 | 20 | 16 | |
| 10 | 10 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10 | 15 | 20 | 25 | 14 | 19 | 24 | 13 | 18 | 23 | 6 | 12 | 17 | 22 | 11 | 16 | 21 | |
| 11 | 11 | 1 | 2 | 3 | 7 | 13 | 5 | 6 | 10 | 4 | 8 | 9 | 24 | 25 | 15 | 17 | 11 | 12 | 18 | 14 | 16 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | |
| 12 | 12 | 1 | 2 | 3 | 7 | 13 | 19 | 8 | 14 | 6 | 10 | 15 | 16 | 22 | 4 | 25 | 21 | 5 | 9 | 20 | 11 | 17 | 23 | 12 | 18 | 24 | |
| 13 | 13 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| 14 | 14 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 10 | 14 | 15 | 17 | 18 | 22 | 12 | 6 | 7 | 9 | 11 | 13 | 24 | 19 | 21 | 25 | 16 | 20 | 23 | |
| 15 | 15 | 1 | 2 | 3 | 4 | 8 | 15 | 10 | 11 | 7 | 14 | 16 | 5 | 6 | 12 | 9 | 13 | 23 | 18 | 22 | 19 | 20 | 17 | 24 | 25 | 21 | |
| 16 | 16 | 1 | 2 | 3 | 15 | 8 | 18 | 24 | 10 | 22 | 20 | 14 | 17 | 11 | 6 | 4 | 9 | 12 | 16 | 21 | 23 | 19 | 25 | 7 | 13 | 5 | |
| 17 | 17 | 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 14 | 15 | 17 | 18 | 21 | 22 | 24 | 5 | 19 | 4 | 13 | 20 | 7 | 23 | 16 | 25 | |
| 18 | 18 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 9 | 14 | 19 | 24 | 8 | 13 | 18 | 23 | 7 | 12 | 17 | 22 | 6 | 11 | 16 | 21 | |
| 19 | 19 | 1 | 7 | 13 | 19 | 25 | 18 | 15 | 14 | 10 | 6 | 3 | 2 | 20 | 4 | 9 | 12 | 23 | 24 | 16 | 17 | 21 | 5 | 8 | 11 | 22 | |
| 20 | 20 | 1 | 2 | 3 | 6 | 14 | 10 | 9 | 4 | 7 | 5 | 8 | 11 | 15 | 18 | 19 | 22 | 12 | 13 | 20 | 23 | 24 | 16 | 17 | 25 | 21 | |
| 21 | 21 | 1 | 2 | 4 | 7 | 10 | 13 | 12 | 11 | 3 | 5 | 6 | 14 | 17 | 9 | 15 | 23 | 8 | 16 | 24 | 19 | 20 | 18 | 25 | 21 | 22 | |

Şekil 5.4: Konjoint analizi için çalışanların sıralama dosyası.



Şekil 5.5: Konjoint analizi için Syntex dosyası.

CONJOINT PLAN = 'C:\nasatlx6\plan.sav'

/DATA = 'C:\nasatlx6\siralamarge.sav'

/SCORE = card1 TO card25

/SUBJECT = responden

/FACTORS = zihinsel fiziksel zamansal performans caba rahatsızlık

/PRINT = ALL

Syntex yazılıp, Run Selection tuşuna basılması ile birlikte sonuçlar elde edilmeye başlanmaktadır.

Elde edilen ağırlıklar Tablo 5.6'da yer almaktadır.

Tablo 5.6: Konjoint Analizi ile elde edilen ağırlık yüzdeleri.

| | Zihinsel Gereksinim (%) | Fiziksel Gereksinim (%) | Zamansal Gereksinim (%) | Performans (%) | Efor (%) | Rahatsızlık Seviyesi (%) |
|-----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|----------|--------------------------|
| P1 | 47,647 | 11,765 | 8,824 | 10,588 | 11,176 | 10,000 |
| P2 | 31,140 | 13,596 | 15,351 | 15,789 | 11,404 | 12,719 |
| P3 | 46,995 | 7,650 | 8,743 | 11,475 | 4,372 | 20,765 |
| P4 | 44,335 | 6,897 | 15,271 | 11,330 | 16,749 | 5,419 |
| P5 | 37,391 | 8,696 | 10,870 | 14,783 | 12,173 | 16,087 |

Tablo 5.6 (devam)

| | Zihinsel Gereksinim (%) | Fiziksel Gereksinim (%) | Zamansal Gereksinim (%) | Performans (%) | Efor (%) | Rahatsızlık Seviyesi (%) |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------|--------------------------------|
| P6 | 30,303 | 9,957 | 13,420 | 18,182 | 8,225 | 19,913 |
| P7 | 33,010 | 19,417 | 15,049 | 9,223 | 10,680 | 12,621 |
| P8 | 56,604 | 22,642 | 5,660 | 6,918 | 2,516 | 5,660 |
| P9 | 27,615 | 21,757 | 10,460 | 9,623 | 17,155 | 13,389 |
| P10 | 43,069 | 10,891 | 14,851 | 8,416 | 9,901 | 12,871 |
| P11 | 42,935 | 17,391 | 10,326 | 5,435 | 9,239 | 14,674 |
| P12 | 29,956 | 12,775 | 15,419 | 17,181 | 11,454 | 13,216 |
| P13 | 83,333 | 16,667 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| P14 | 43,689 | 6,796 | 7,282 | 16,990 | 19,903 | 5,340 |
| P15 | 49,444 | 7,778 | 10,556 | 10,000 | 4,444 | 17,778 |
| P16 | 29,412 | 14,932 | 11,312 | 15,385 | 23,529 | 5,430 |
| P17 | 33,796 | 18,981 | 12,037 | 14,815 | 15,278 | 5,093 |
| P18 | 35,556 | 0,000 | 37,778 | 8,889 | 8,889 | 8,889 |
| P19 | 22,314 | 11,157 | 24,380 | 20,661 | 8,678 | 12,810 |
| P20 | 39,691 | 16,495 | 9,794 | 6,186 | 14,948 | 12,887 |
| P21 | 41,000 | 9,500 | 15,000 | 7,000 | 15,000 | 12,500 |

Elde edilen ağırlıkların, EK A: Anket Soruları'na verilen puanlar ile çarpılması ile Tablo 5.7 oluşturulmuştur.

Tablo 5.7: AR-GE Merkezi çalışanları NASA-TLX puanlama ve konjoint analizi ağırlık skalası.

| Çalışan | Zihinsel Gerek. | Ağırlık % | Fiziksel Gerek. | Ağırlık % | Zaman. Gerek. | Ağırlık % | Performans | Ağırlık % | Efor | Ağırlık % | Rahatsız Sev. | Ağırlık % | SONUÇ |
|------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|---------------|-----------|------------|-----------|------|-----------|---------------|-----------|--------------|
| P1 | 80 | 47,647 | 95 | 11,765 | 60 | 8,824 | 90 | 10,588 | 90 | 11,176 | 80 | 10,000 | 82,18 |
| P2 | 80 | 31,140 | 40 | 13,596 | 80 | 15,351 | 15 | 15,789 | 70 | 11,404 | 75 | 12,719 | 62,52 |
| P3 | 90 | 46,995 | 95 | 7,650 | 95 | 8,743 | 90 | 11,475 | 80 | 4,372 | 70 | 20,765 | 86,23 |
| P4 | 85 | 44,335 | 45 | 6,897 | 95 | 15,271 | 75 | 11,330 | 95 | 16,749 | 45 | 5,419 | 82,14 |
| P5 | 100 | 37,391 | 30 | 8,696 | 100 | 10,870 | 90 | 14,783 | 70 | 12,173 | 20 | 16,087 | 75,91 |
| P6 | 60 | 30,303 | 50 | 9,957 | 60 | 13,420 | 10 | 18,182 | 60 | 8,225 | 20 | 19,913 | 41,95 |
| P7 | 90 | 33,010 | 60 | 19,417 | 70 | 15,049 | 80 | 9,223 | 80 | 10,680 | 10 | 12,621 | 69,08 |
| P8 | 40 | 56,604 | 55 | 22,642 | 50 | 5,660 | 50 | 6,918 | 40 | 2,516 | 50 | 5,660 | 45,22 |
| P9 | 70 | 27,615 | 30 | 21,757 | 80 | 10,460 | 5 | 9,623 | 70 | 17,155 | 30 | 13,389 | 50,73 |
| P10 | 90 | 43,069 | 95 | 10,891 | 95 | 14,851 | 5 | 8,416 | 90 | 9,901 | 30 | 12,871 | 76,41 |
| P11 | 80 | 42,935 | 25 | 17,391 | 45 | 10,326 | 20 | 5,435 | 50 | 9,239 | 10 | 14,674 | 50,52 |
| P12 | 80 | 29,956 | 60 | 12,775 | 70 | 15,419 | 15 | 17,181 | 55 | 11,454 | 90 | 13,216 | 63,19 |
| P13 | 95 | 83,333 | 30 | 16,667 | 90 | 0,000 | 70 | 0,000 | 90 | 0,000 | 10 | 0,000 | 84,17 |
| P14 | 90 | 43,689 | 20 | 6,796 | 70 | 7,282 | 90 | 16,990 | 80 | 19,903 | 60 | 5,340 | 80,19 |
| P15 | 80 | 49,444 | 40 | 7,778 | 75 | 10,556 | 80 | 10,000 | 75 | 4,444 | 90 | 17,778 | 77,92 |
| P16 | 70 | 29,412 | 70 | 14,932 | 80 | 11,312 | 80 | 15,385 | 80 | 23,529 | 50 | 5,430 | 73,94 |
| P17 | 65 | 33,796 | 90 | 18,981 | 80 | 12,037 | 85 | 14,815 | 90 | 15,278 | 65 | 5,093 | 78,33 |
| P18 | 80 | 35,556 | 40 | 0,000 | 90 | 37,778 | 90 | 8,889 | 100 | 8,889 | 90 | 8,889 | 87,33 |
| P19 | 60 | 22,314 | 50 | 11,157 | 70 | 24,380 | 45 | 20,661 | 65 | 8,678 | 25 | 12,810 | 54,17 |
| P20 | 100 | 39,691 | 50 | 16,495 | 100 | 9,794 | 10 | 6,186 | 90 | 14,948 | 0 | 12,887 | 71,80 |
| P21 | 95 | 41,000 | 10 | 9,500 | 95 | 15,000 | 5 | 7,000 | 80 | 15,000 | 90 | 12,500 | 77,75 |

Tablo 5.8: Sonuçların karşılaştırması.

| | NASA-TLX ile elde edilen puanlar | Konjoint Analizi ile ağırlıklandırma yapıldığında elde edilen puanlar | Fark |
|------------|--|--|--------------|
| P1 | 86,00 | 82,18 | 3,82 |
| P2 | 58,67 | 62,52 | -3,85 |
| P3 | 90,00 | 86,23 | 3,77 |
| P4 | 85,00 | 82,14 | 2,86 |
| P5 | 75,33 | 75,91 | -0,58 |
| P6 | 38,00 | 41,95 | -3,95 |
| P7 | 72,00 | 69,08 | 2,92 |
| P8 | 47,33 | 45,22 | 2,11 |
| P9 | 52,67 | 50,73 | 1,94 |
| P10 | 75,33 | 76,41 | -1,08 |
| P11 | 49,33 | 50,52 | -1,19 |
| P12 | 63,67 | 63,19 | 0,48 |
| P13 | 81,33 | 84,17 | -2,84 |
| P14 | 81,33 | 80,19 | 1,14 |
| P15 | 81,67 | 77,92 | 3,75 |
| P16 | 77,33 | 73,94 | 3,39 |
| P17 | 80,67 | 78,33 | 2,34 |
| P18 | 88,00 | 87,33 | 0,67 |
| P19 | 57,67 | 54,17 | 3,50 |
| P20 | 68,00 | 71,80 | -3,80 |
| P21 | 81,00 | 77,75 | 3,25 |

Tablo 5.8'de yer alan sonuçlar değerlendirildiğinde, konjoint analizinden elde edilen ağırlıkların iş yükü puanları ile çarpılması sonucu elde edilen sonuçlar ile NASA-TLX yöntemi çözümü arasında puan olarak en fazla 3,95 puan sapma olduğu görülmektedir.

Tablo 5.8 değerlendirildiğinde sapmaların fazla olduğu durumlarda örneğin,

P6 – 3,95 puan sapma olan çalışan, NASA-TLX Yöntemi yöntemine göre zihinsel ve zamansal gereksinimin yüksek olduğunu ikili karşılaştırmalar ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Şekil 5.4'de yer alan kart sıralama yönteminde ise daha çok zihinsel gereksinim ve efor faktörünün kendisi için çok yüksek olduğunu ifade edecek kartları en fazladan en aza sıraladığı görülmüştür. Ardından ise zihinsel gereksinim ve fiziksel gereksinimin kendisi için daha uygun olduğunu değerlendirerek sıralamaya devam etmiştir.

Bu durum NASA-TLX çözümü ile konjoint analizinden elde edilmiş ağırlıklar ile çözümü arasında eksi yönde 3,95 puan bir fark oluşmasına sebep vermiştir.

P2 – 3,85 puan sapma olan çalışan, NASA-TLX Yöntemine göre zihinsel gereksinim ve performans iş yükünün yüksek olduğunu ikili karşılaştırmalar ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Şekil 5.4'de yer alan kart sıralama yönteminde daha çok zihinsel gereksinim ve efor faktörünün kendisi için çok yüksek olduğunu ifade edecek kartları en fazladan en aza sıraladığı görülmüştür. Ardından ise rahatsızlık seviyesi ve zihinsel gereksinimin kendisi için daha uygun olduğunu değerlendirerek sıralamaya devam etmiştir.

Bu durum NASA-TLX çözümü ile konjoint analizinden elde edilmiş ağırlıklar ile çözümü arasında eksi yönde 3,85 puan bir fark oluşmasına sebep vermiştir.

P1 + 3,82 puan sapma olan çalışan, NASA-TLX Yöntemine göre fiziksel gereksinim ve rahatsızlık seviyesinin yüksek olduğunu ikili karşılaştırmalar ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Şekil 5.4'de yer alan kart sıralama yönteminde daha çok zihinsel ve zamansal gereksinim faktörünün kendisi için çok yüksek olduğunu ifade edecek kartları en fazladan en aza sıraladığı görülmüştür. Ardından ise zihinsel gereksinimin ve fiziksel gereksinimin kendisi için daha uygun olduğunu değerlendirerek sıralamaya devam etmiştir.

Bu durum NASA-TLX çözümü ile konjoint analizinden elde edilmiş ağırlıklar ile çözümü arasında artı yönde 3,82 puan bir fark oluşmasına sebep vermiştir.

P20 – 3,80 puan sapma olan çalışan, NASA-TLX Yöntemine göre zihinsel ve zamansal gereksinim iş yükünün yüksek olduğunu ikili karşılaştırmalar ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Şekil 5.4’de yer alan kart sıralama yönteminde daha çok zihinsel ve zamansa gereksinim faktörünün kendisi için çok yüksek olduğunu ifade edecek kartları en fazladan en aza sıraladığı görülmüştür. Ardından ise zihinsel ve fiziksel gereksinimin kendisi için daha uygun olduğunu değerlendirerek sıralamaya devam etmiştir.

Bu durum NASA-TLX çözümü ile konjoint analizinden elde edilmiş ağırlıklar ile çözümü arasında eksi yönde 3,80 puan bir fark oluşmasına sebep vermiştir.

P3 + 3,77 puan sapma olan çalışan NASA-TLX Yöntemine göre fiziksel gereksinim ve efor yüksek olduğunu ikili karşılaştırmalar ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Şekil 5.4’de yer alan kart sıralama yönteminde daha çok zihinsel ve zamansal gereksinim faktörünün kendisi için çok yüksek olduğunu ifade edecek kartları en fazladan en aza sıraladığı görülmüştür. Ardından ise zihinsel gereksinimin ve fiziksel gereksinimin kendisi için daha uygun olduğunu değerlendirerek sıralamaya devam etmiştir.

Bu durum NASA-TLX çözümü ile konjoint analizinden elde edilmiş ağırlıklar ile çözümü arasında artı yönde 3,77 puan bir fark oluşmasına sebep vermiştir.

P12 + 0,48 puan sapma olan çalışan NASA-TLX Yöntemine göre rahatsızlık seviyesi ve efor faktörünün yüksek olduğunu ikili karşılaştırmalar ile ortaya koymaya çalışmıştır.

Şekil 5.4’de yer alan kart sıralama yönteminde ise rahatsızlık seviyesi ve zihinsel gereksinim faktörünün kendisi için çok yüksek olduğunu ifade edecek kartları en fazladan en aza sıraladığı görülmüştür. Ardından ise rahatsızlık seviyesinin kendisi için daha yüksek iş yükünü getirdiğini düşünerek sıralamaya devam etmiştir.

Bu benzer yaklaşım ise iki yöntemin arasında çok az bir fark oluşturarak artı yönde 0,48 puan bir fark oluşturmuştur.

Sonuç olarak iki yöntemin sonuçlarının, birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Konjoint analizi ile ağırlıkların yüzde cinsinden tekrar belirlenmesinin ardından elde edilen puan farklarının, Tablo 3.2’de yer alan iş yoğunluğu kategorisini değiştirmedeği (örneğin çok yüksek seviye iken yüksek ya da orta seviyeye indirmedeği), NASA-TLX çözümü sonucu ortaya çıkan düzeyleri koruduğu görülmüştür. Konjoint analizi, sözel ifadeleri

sıralamak maksadıyla sayısal ağırlıklara dönüştürülmeye yarar sağladığından, iş yükü ölçümünde faktör yüzdelerinin kendi içlerinde belirlenmesine olanak vermektedir.

6. SONUÇ

Günümüzde iş yaşamı, insan hayatı için oldukça önemlidir. İş yerinde yaşanan stres ve sıkıntılar, hayatın geri kalanına da önemli ölçüde yansımaktadır. Bu yüzden yapılan işin zihni yormaması ve zihin üzerinde iş yükü oluşturmaması gerekmektedir.

İş yükü unsurları çalışan üzerinde motivasyon düşüklüğü, stres yaşama, odaklanamama, düşük performans ile çalışma, verimsizlik, yaşamının geriye kalanında zihnin iş ile meşgul olması gibi durumlara sebebiyet vermektedir. Tüm bu unsurlar değerlendirildiğinde iş yerinde zihinsel iş yükünün tespit edilmesi gerekliliği hasıl olmuştur.

Bu çalışmada savunma sanayii şirketleri arasında önde gelen firmalar içinde yer alan İşbir Elektrik Sanayii A.Ş. AR-GE merkezinde çalışan araştırmacı ve teknisyenlerinin zihinsel iş yükleri NASA-TLX yöntemi ile ölçülmesi, çıkan sonuçların konjoint analizi ile elde edilecek ağırlık puanları ile çarpıldığında benzer sonuçlar elde edilip edilmeyeceği üzerinde kurgulanmıştır.

Yanıtlayıcılara anketler dağıtılarak, 6 faktör üzerinden iş yüklerini puanlamaları ve 15 ikili karşılaştırma arasından kendilerine uygun olan faktörü seçmeleri istenmiştir.

NASA-TLX Yönteminde ağırlıkların zihinsel iş yükü puanının hesaplanmasında önemi oldukça büyüktür. Bu çalışmada zihinsel iş yükü ölçüm yöntemleri arasında yer alan SWAT yönteminde yer alan kart sıralatma metodunun, NASA-TLX yöntemi ağırlıklarının tespit edilmesinde kullanılması konusu çalışılmıştır.

NASA-TLX Yöntemi için 6 faktör ve 5 boyut üzerinden deney tasarımının Taguchi Metodu ile optimum kartlar oluşturulmuştur. Bu kartlar AR-GE Merkezi çalışanlarına verilmiş ve sıralama yapmaları istenmiştir.

Çok yüksek iş yüküne sahip çalışanın 2-8 yıl arası tecrübelerde oldukları, yüksek iş yüküne sahip çalışanların ise 6-20 yıl arası tecrübeye olduğu ölçülmüştür. Bu durumun AR-GE Merkezi kurulumundan itibaren AR-GE Merkezinde görev alan çalışanın iş yükünün daha tecrübeli çalışanlara göre daha yüksek olmasından kaynaklıdır. 26-39 yaş arası çalışanın

zihinsel iş yükünün çok yüksek, 26-44 yaş arası çalışanların ise zihinsel iş yükünün yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen ağırlıklar sonucu ortaya çıkan iş yükü puanının, NASA-TLX Yöntemi ağırlıkları ile elde edilen iş yükü puanı ile örtüştüğü gözlemlenmiştir. Şöyle ki 0,48 puan fark kadar NASA-TLX zihinsel iş yükü ölçüm sonucu ile örtüştüğü, en fazla 3,95 puan fark kadar NASA-TLX zihinsel iş yükü ölçüm sonucundan uzaklaştığı görülmüştür. Bu sayede kart sıralama yöntemi ile yapılan konjoint analizden elde edilecek ağırlık yüzdelerinin zihinsel iş yükü puanının hesaplanmasında kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

AR-GE Merkezi çalışanlarının zihinsel iş yüklerinin çok yüksek ve yüksek seviyede zihinsel gereksinim ve zamansal gereksinim olduğu ölçülmüştür. AR-GE Merkezi çalışanlarının zihinsel iş yükü seviyesini düşürebilmek için görev tanımlarının net bir şekilde birbirinden ayrılması, yetkilendirme ve sorumlulukların belirlenerek kişilerin sorumlu olduğu konular üzerinde yetkili de olmasının sağlanması, süreli işlerin plan dahilinde gerçekleştirilmesinin sağlanması için acil ve sonradan ortaya çıkan işlerin sıraya konulması, kişisel gelişim ve mesleki konularda eğitimler düzenlenmesi, çalışanların işyerine ve iş arkadaşlarına bağlılığın artacağı piknik, eğlence geceleri, spor müsabakaları, şiir ve müzik dinletileri, yıl sonu etkinlikleri gibi sosyal aktivitelerin artırılması konularında iyileştirme önerilerinde bulunulmuştur.

7. KAYNAKLAR

- Abdurrahman, and Suryadi, A. (2022). Analisis Beban Kerja Mental Pada Perawat Akibat Eskalasi Pasien Covid-19 Dengan Subjective Workload Assesment Technique. *Humantech Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia Vol 1 No 8 Juni 2022 E-Issn : 2809-1612, P-Issn : 2809-1620*
- Ainsworth, B., Cahalin, L., Buman, M. and Ross, R., (2015). The Current State of Physical Activity Assessment Tools. *Progress In Cardiovascular Diseases. 2015 387-395.*
- Alriksson, S. and Öberg T. (2008). Conjoint Analysis A useful tool for assessing preferences for environmental issues. *Letters to the Editor Env Sci Pollut Res 15 (2) 119*
- Altay, M. ve Turunç, Ö. (2018). İş Yükü, Çalışma Yaşam Kalitesi Ve İşten Ayrılma Niyeti İlişkisi: Lider-Üye Etkileşiminin Ve Örgütsel Bağlılığın Aracılık Rolü. *Kafkas Üniversitesi Economics and Administrative Sciences Faculty KAUJEASF Vol. 9, Issue 17, 2018 ISSN: 1309 – 4289 E – ISSN: 2149-9136*
- Antony, F. (2014). Taguchi or classical design of experiments: a perspective from a practitioner. *Emerald Sensor Review 26/3 (2006) 227-230*
- Antony, J., Perry, D., Wang, C. and Kumar, M. (2014). An application of Taguchi method of experimental design for new product design and development process. *Emerald Sensor Review 26/1 (2006) 18-24*
- Asyidikiah, M.R., and Herwanto, D. (2022). Analisis Beban Kerja Mental Manajemen Divisi Engineering Menggunakan National Aeronautical and Space Administration - Task Load Index. *Serambi Engineering, Volume VII, No.2, April 2022 Hal 29 - 2990*
- Atik, E. (2015). *Otel işletmelerinde iş yükü algısı ve iş yükünün insan kaynakları yönetiminde kullanımı* (Yüksek Lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 388882).
- Ayuningtyas, W., Herwanto, D. and Putra, C.G.G. (2021). Work Fatigue Analysis in Machining and Fabrication Department with NASA-TLX and Subjective Self Rating Test. *Jurnal Ergonomi Indonesia Vol.7, No.2: 31-12-2021*

Babamiri, M., Heidarimoghadam, R., Saidnia, H., Mohammadi, Y. and Joudaki, J. (2019). Investigation of the Role of Mental Workload, Fatigue, and Sleep Quality in the Development of Musculoskeletal Disorders. *Journal of Occupational Hygiene Engineering Volume 5, Issue 4, Winter 2019, Pages: 1-7*

Bedford Workload Scale

Berggren, G. and Christensen, E. H., (1950). Heart rate and body temperature as indices of metabolic rate during work. *Arbeitsphysiologie. Bd. 14 S.255-260*

Bozdoğan, S.C. (2020). *Aşırı İş Yükünün, Tükenmişlik, İş Stresi Ve İşten Ayrılma Niyeti Üzerindeki Etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 620929).

Bulut, S. (2013). Sağlıkta sosyal bir belirleyici;fiziksel aktivite. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi 2013; 70(4): 205-14*

Butte, N. F., Ekelund, U. and Westerterp, K. R. (2012). Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 44(1 Suppl 1), S5-S12.*

Cam, E. (2004). Çalışma Yaşamında Stres Ve Kamu Kesiminde Kadın Çalışanlar. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi 1(1), 1-10.*

Can, G. F., Atalay, K. D., Eraslan, E. ve Özçakmak, B. C. (2015). Bir Devlet Hastanesinde Yaşanan İstifa Sayılarındaki Artışın Nedenlerinin Araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3(3), ÖS:Ergonomi2015, 583 590, 2015 ISSN: 1308-6693*

Cooper, G.E. and Harper, Jr. R.P. (1969). The Use Of Pilot Rating In The Evaluation Of Aircraft Handling Qualities. *Agard Advisory Group For Aerospace Research & Development*

Çalımfidan, E. (2015). *Döner Kanat Pilotları İçin Gece Uçuş Emniyetini Artırmaya Yönelik Bir Çalışma* (Yüksek Lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 416971).

Çoban, R. (2019). Uçak Bakım Sektöründe İş Yükü ve Zaman Baskısı Üzerine Bir Örnek Olay Araştırması. *Journal of Aviation 3 (1): 45-60 (2019)*

- Dağdeviren, M., Eraslan, E. ve Kurt, M. (2005). Çalışanların Toplam İş Yükü Seviyelerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Model Ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 20, 1
- Darvishi, E. and Meimanatabadi, M. (2015). The rate of subjective mental workload and its correlation with musculoskeletal disorders in bank staff in Kurdistan, Iran. *6th International Conference On Applied Human Factors And Ergonomics (AHFE 2015) And The Affiliated Conferences, AHFE 2015*
- Dasmariñas, S.F., Otalla, J.M.A and Perea, K.J.H. (2021). Ergonomics Assessment on the Mental Workload of Work from Home Employees. *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Surakarta, Indonesia, September 14-16, 2021*
- Doğan, A. (2020). *Mesleki Özdeşleşme İle Tükenmişlik İlişkisinde İş Yükü Algısı Ve Psikolojik Dayanıklılığın Aracı Rolü* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 613262).
- Doherty, A., Hammerla, N., Jackson, D., Plötz, T., Olivier, P., Granat, MH., White, T., Van, Hees, V.T., Trenell, M.I., Owen, C.G., Preece, S.J., Gillions, R., Sheard, S., Peakman, T., Brage, S. and Wareham, N.J., (2017). *Large scale population assessment of physical activity using wrist worn accelerometers: The UK Biobank Study. University of Salford Manchester. PLoS One. 12(2):e0169649*
- Dorela, X. (2017). *The Moderating Effect Of Perceived Organizational Support (Pos) In The Impact Of Workload And Workfamily Conflict On Organizational Commitment A Research In Hospital Nurse Staffing.* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 456813).
- Dumanlı, M., Taşpınar, Cengiz, D. ve Işık, M. (2013). Konjoint Analizi İle Gazete Tercihlerini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri Ve İstatistik Dergisi Sayı:19 2013 1-26*
- Durmaz, C. (2020). *İstanbul'da Konut Arzında Yaşam Düzeyinin En Üst Düzeye Çıkarılmasına Katkısı Olabilecek Etkenlerin Konjoint Analizi İle Araştırılmasına Yönelik Bir Uygulama* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 718060).

- Emeç, Ş. ve Akkaya, G. (2018). Sağlık Sektöründe Zihinsel İş Yükü Değerlendirmesi ve Bir Uygulama. *Ergonomi 1(3)*, 156 – 162, 2018
- Eraslan, E., Can, G.F. ve Atalay, K.D. (2016). Mental Workload Assessment Using A Fuzzy Multi-Criteria Method. *Technical Gazette 23*,
- Ernawati, R., Suhardi, B. and Pujiyanto, E. (2019). Using the NASA Task Load Index and Heart Rate to Evaluate Vocational Student's Mental and Physical Workload. *The 4th International Conference on Industrial, Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering*
- Evelin, T.Y.D.D.C. (2006). Pengukuran Beban Kerja Mental Dengan Menggunakan Metode Subjective Workload Assessment Technique (SWAT) (Studi Kasus di PT. Balai Iklan, Bandung). *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi dan K3 2006*
- Fathon, M.S. and Muslimah, E. (2021). Lectures' Mental Workload During Covid-19 Pandemic Online Learning With NASA-TLX. *Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Surakarta, Indonesia, September 14-16, 2021*
- Febiyani, A., Febriani, A. and Ma'Sum, J. (2021). Calculation of mental load from e-learning student with NASA TLX and SOFI method. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri Vol 5 No 1 June 2021, 35-42*
- Febrian, A., Imran, R.A. and Syahrullah, Y. (2021). Analisis Beban Kerja Mental Perkuliahan Daring Mahasiswa Teknik Industri Unsoed dengan Metode SWAT dan NASA-TLX. *Jurnal Teknik Industri Vol. 11 No. 2*
- Fenyvian, C.C., Uslianti, S. and Rahmahwati, R. (2020). Pengukuran Beban Kerja Mental Dan Tingkat Kelelahan Menggunakan Metode NASA-TLX Dan Sofi Pada Karyawan PT XYZ. *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 78124*
- Firmanda, A.R. (2018). Implementasi Subjective Workload Assesment Technique (Swat) Untuk Mengukur Beban Kerja Mental Karyawan Produksi Studi Kasus Di Ud. Nagawangı Alam Sejahtera – Singosari. *Program Studi Teknik Industri S.1, Institut Teknologi Nasional Malang.*

- Googerdchian, F., Moheb, A., Emadi, R. and Asgari, M. (2018). Optimization of Pb(II) Ions Adsorption on Nanohydroxyapatite Adsorbents by Applying Taguchi Method. *Journal of Hazardous Materials*.
- Gönen Ocaktan, D., Karaoğlan, A.D., Akça, A. ve Oral, A. (2020). Tekrarlanan işlerde algılanan zihinsel iş yükü. *BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi Araştırma Makalesi*, 23(1), 84-95,
- Green P.E. and Rao V.R. (1971). Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data. *Journal of Marketing Research*, Vol. VIII (August 1971), 355-6
- Green P.E. ve Srinivasan V. (1978). Con joint Analysis in Consumer Research: Issues and Outlook. *Oxford University Journal Of Consumer Research * Vol. 5*
- Gül Öztürk, D. (2019). *Zihinsel İş Yükü ve Örgüt Sağlığı İlişkisi Üzerine Nitel Bir Çalışma: Araştırma Üniversiteleri Örneği* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 549461).
- Hancock, P. A., Williams, G., Manning C.M. and Miyake S. (1995). Influence of Task Demand Characteristics on Workload and Performance. *The International Journal Of Aviation Psychology*, 5(1), 63-86
- Hart, S.G. and Staveland, L.E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of Empirical and Theoretical Research. *Aerospace Human Factors Research Division NASA-Ames Research Center - Moffett Field. California, San Jose State University San Jose. California*.
- Hill, S.G., Lavecchia, H.P., Byers, J.C., Bittner, A.C., Zaklad, A.L. and Christ, R.E., (1992). Comparison of Four Subjective Workload Rating Scales. *Human Factors*, 1992,34(4),429-439
- Huey, B.M. and Wickens, C.D. (1993). Workload Transition: Implications for Individual and Team Performance. *National Academy Press Washington DC:*
- Ilies R., Dimotakis N. and Pater I.E.D. (2010). Psychological And Physiological Reactions To High Workloads: Implications For Well-Being. *Personnel Psychology* 2010, 63, 407-436

- Kaiyala, K.J. and Ramsay, D.S. (2010). Direct animal calorimetry, the underused gold standard for quantifying the fire of life. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A*.
- Karaca, B. R., (2019). *Zihinsel İş Yükü İle Tükenmişlik Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: Samsun İlinde Bir Dal Hastanesi Uygulaması*. (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 576822).
- Karacaoğlu, K. ve Çetin, İ. (2015). İş Yükü ve Rol Belirsizliğinin Çalışanların Tükenmişlik Düzeyleri Üzerine Etkisi: Afad Örneği. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi 5(2015) 46-69*
- Kılıç Delice E., (2016). Acil Servis Hekimlerinin NASA-RTLX Yöntemi İle Zihinsel İş Yüklerinin Değerlendirilmesi: Bir Uygulama Çalışması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 30, 3, 645-662*,
- Kurata, Y. B., Bano, R. M. L. P., and Matias, A. C.(2015). Effects of Workload on Academic Performance among Working Students in an Undergraduate Engineering Program. *6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015*
- Kurtgün, M. (2022). *Bulanık Vikor Yöntemi İle Zihinsel İş Yükünün Belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 758542).
- Lee, Y-H. and Wang, K-J. (2012). Performance impact of new product development processes for distinct scenarios under different supplier– manufacturer relationships. *Mathematics and Computers in Simulation Volume 82, Issue 11, July 2012, Pages 2096-2108*
- Luce, R.D. and Tukey, J.F. (1964). Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement. *Journal Of Mathematical Psychology: 1, 1-27 (1964)*
- Leiter, M. P. and Maslach, C. (2005). A Mediation Model of Job Burnout. . *In Antoniou, A. S. G., & Cooper, C. L. (Eds.), Research companion to organizational health psychology (pp. 544-564). Cheltenham, UK: Edward Elgar.*

- Maulad, R. (2021). Analisis Beban Kerja Mental Dengan Metode Subjective Workload Assessment Technique (Swat) Di Pt Xyz. *Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung (Unissula)*
- Maulana, A. and Risal, M. (2022). The Effect of Work Motivation and Workload on Employee Performance in Regional Research and Development Agency. *Jurnal Mantik, 5 (4) (2022) 2280-2285*
- McCullough, P.R.D. (2002). A User's Guide to Conjoint Analysis. *Macro Consulting Inc. Intelligent Decisions.*
- Morales, A.F.C., Arellano, J.L.H., Muñoz E.L.G. and Macías A.M. (2020). Development of the NASA-TLX Multi Equation Tool to Assess Workload. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics, 11(1), Jan-April 2020, 50-58. ISSN: 2007-1558.*
- Ningtyas, D.R., Delima, A.P. and Ririh, K.R. (2021). Assessment and the Difference of Mental Workload between Work from Home (WFH) and Work form Office (WFO) Using NASA-TLX (Case Study in PT KIC). *IEOM Society International*
- Ozkan, A., Ozdevecioglu, M., Kayac, Y. ve Özşahin Koc, F. (2015). Effects of mental workloads on depression–anger symptoms and interpersonal sensitivities of accounting professionals. *Revista de Contabilidad. Spanich Accounting Review 18 (2) (2015) 194-199*
- Öğrüş Ildız, G. (2009). *İnşaat Firmalarında Proje Müdürlerinin İş Yükü, İş Stresi, İş Tatmini ve Motivasyon İlişkisi* (Doktora Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 237119).
- Özcan, B. ve Yeğin, E. (2020). Lastik Sektöründe Owas Ve NASA-TLX Yöntemleri Kullanılarak Fiziksel Ve Zihinsel İş Yükü Ölçümü. *Ergonomi 3(1), 1 – 9, 2020 e-ISSN: 2651 - 4877*
- Özkök, Ö. (2019). *Yetişkin Bireylerde Fiziksel Aktivite Düzeyi İle Vücut Kompozisyonu Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi.* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 548913).

- Öztürk, M.A. ve Erdem, M. (2020). Sınıf Öğretmenlerinin İş Yükü Algısı ile Mesleki Tükenmişlik Düzeyleri Arasındaki İlişki. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi (YYU Journal of Education Faculty)*, 2020; 17(1):926-958
- Prastawa, H., Susanto, N. and Nofri, T. (2018). Mental workload of undergraduate student (a case study in Industrial Engineering Department of Diponegoro University). *SHS Web of Conferences* 49, 02017 (2018)
- Polatlı, S. ve Ünüvar, H. (2022). Bilinçli Farkındalığın Bilişsel Kayıplar Üzerindeki Etkisi: Öznel İyi Oluşun Aracılık Rolü. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi KAÜİİBFD Cilt 13, Kongre Özel Sayısı, 2022 ISSN: 1309 – 4289 E – ISSN: 2149-9136*
- Qomusuddin, I.F., Ramdhani, R.F. and Romlah, S. (2021). Analisis Beban Kerja Mental Operator Perguruan Tinggi Keagamaan Islam Swasta (Ptkis) Dengan Metode NASA-TLX. *Jurusan Pendidikan Agama Islam, Fakultas Tarbiyah, STIT At-taqwa Ciparay Bandung, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, STT Wastukencana*
- Rachmuddin, Y. (2020). *Analisa Beban Kerja Dengan Modified Full Time Equivalent (M-FTE) Dan NASA-TLX Untuk Mengoptimalkan Jumlah Engineer Di Bagian Electrical/Instrument Engineering (Studi Kasus di PT Vale Indonesia Tbk)*. Kepala Departemen Teknik Sistem dan Industri Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
- Rachmuddin, Y., Dewi, D.S. and Dewi, R.S. (2020). Workload analysis using Modified Full Time Equivalent (MFTE) and NASA-TLX methods to optimize engineer headcount in the engineering services department. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 1072 (2021) 01203
- Rao, V.R. (2014). Applied conjoint analysis. Springer. *S. C. Johnson Graduate School of Management Cornell University Ithaca, New York USA*
- Reid, G.B. and Nygren, T.E. (1988). The Subjective Workload Assesstment Technique: A Scaling Procedure For Measuring Mental Workload. *Human Mental Workload P.A. Hancock And N. Meshkati (Editors) Elsevier Science Publishers B.V. (North-Holland), 1988*
- Riono, Suparno, and Bandonno, A. (2018). Analysis of Mental Workload With Integrating NASA-TLX and Fuzzy Method. *International Journal of ASRO*, 1, 1, 37-45,

- Rodoplu, C. (2021). *Satranç Oyuncularının Müsabaka Ve Fiziksel Aktivite Kalp Atım Hızı Değişkenliği İle Enerji Harcamasının Non-İnvazif Olarak İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Rolfe, J., Bennett, J. and Jordan Louviere, J. (2000). Choice modelling and its potential application to tropical rainforest preservation. *Ecological Economics* 35 (2000) 289–302
- Roscoe, A. H. and Ellis, G. A. (1990). A Subjective Rating Scale for Assessing Pilot Workload in Flight: A Decade of Practical Use. *Royal Aerospace Establishment Technical Report 90019 Received for printing 5 March 1990*.
- Rubio, S., Diaz, E., Martin, J. and Puente, J.M. (2004). Evaluation of Subjective Mental Workload: A Comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload Profile Methods. *International Association for Applied Psychology*, 2-8-9
- Sağınç, S. (2019). *Ev Hanımlarının Fiziksel Aktivite Ve Oturma Sürelerinin İncelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 599568).
- Sarı, E.K. (2021). Analisis Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode National Aeronautics And Space Administration Task Load Index (NASA-TLX) Dan Subjective Workload Assessment Technique (Swat) Di Lantai Produksi Pt. Harian Umum Haluan Riau. *Program Studi Teknik Industri Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Pekanbaru*
- Sarıkaya, M., Polat, M., Seydel, G.Ş. ve Eryılmaz, S. (2018). Yaşlı Bireylerde Fiziksel Aktivite Düzeyinin Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi Cilt 12, Sayı 2*,
- Schutz, Y. (1995). The Basis of Direct and Indirect Calorimetry and their Potentials. *Institute of Physiology, Faculty of Medicine, University of Lausanne, Vol. 11, No. 4, 383408 (1995)*
- Schutz, Y. (2018). Respiration chamber calorimetry and doubly labeled water: two complementary aspects of energy expenditure? *European Journal of Clinical Nutrition* 72(9): 1310–1313, 2018

- Scott, J. S., Kaminsky, L.A, Ainsworth, B.E., Ekelund, U., Freedson, P.S., Rebecca A. G., Richardson, C.R., Smith, D.T. and Swartz, A.M. (2013). Guide to the Assessment of Physical Activity: Clinical and Research Applications A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation* 2013;128(20):2259-79
- Sirard, J.R. and Pate, R.R. (2001). Physical Activity Assessment in Children and Adolescents. *University of South Carolina, Columbia, South Carolina, USA* 31 (6): 439-454
- Shabbir, B. and Raza Naqvi, SMM. (2017). Impact of Workload and Job Complexity on Employee Job Performance with the Moderating Role of Social Support and Mediating Role of Job Stress: A Study of Travel agencies in Rawalpindi, Islamabad and AJK. *Journal of Accounting & Marketing, Volume 6, Issue 1, 1000214*
- Speakman, JR., Yamada, Y. and Sagayama, H. (2021). A standard calculation methodology for human doubly labeled water studies. *Cell Reports Medicine* 2021;2(2):100203.
- Syam, N.I. (2021). *Evaluasi Tingkat Beban Kerja Mental Dan Kelelahan Mahasiswa Selama Perkuliahan Online*. Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.
- Şeker, A. (2014). Using Outputs of NASA-TLX for Building a Mental Workload Expert System. *Gazi University Journal of Science GU J Sci* 27(4):1131-1142 (2014)
- Tezcan, M.C., (2021). Uçak Teknisyenlerinde Negatif Vijilans Faktörlerin Analitik Belirlenmesi ve Vijilans Düzeylerinin Ölçümü. *Journal Of Aviation Research Havacılık Araştırmaları Dergisi, Cilt/Vol: 4, Sayı/Issue 1*
- Tsang, P.S. and Velazquez V.L. (1996). Diagnosticity and Multidimensional Subjective Workload Ratings. *Ergonomics*, 1996, Vol. 39, No. 3, 358-381
- Turan, G. (2019). *Otomobil Montaj Hattında Artırılmış Gerçeklik Gözlüğü Kullanımının Üretimde Verimlilik Üzerine Etkisinin Araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 596512).
- Turgut, T. (2011). Çalışmaya tutkunluk: İş Yükü, Esnek Çalışma Saatleri, Yönetici Desteği Ve İş-Aile Çatışması İle İlişkileri. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi Cilt: 25, Sayı: 3-4, 2011*

- Tümtürk, İ., Özden, F. ve Özkeskin, M. (2021). Fiziksel Aktivite Değerlendirmesi: Subjektif ve Objektif Yöntemler. *Journal of Health Services and Education*; 5(2): 53-60 ISSN: 2636-8285
- Türker, T., Altun Türker, Y. ve Bayraktar, T. (2016). Vardiyalar Arası Algılanan İş Yükünün NASA-TLX Metodu İle Araştırılması. *International Science and Technology Conference, Vienna-Austria, July 13-15, 2016*
- Yan, S., Wei, Y., Li, F., Tran, C.C., (2022). Constructing a Model to Discriminate the Workload Level of Ship Interface Operators. *Journal of Marine Science and Engineering 2022, 10, 1098*
- Umyati, A., Susihono, W. and Mariawati, A.S. (2020). Measurement of psychological impact of industrial engineering students in fulfil of online learning outcomes using NASA-TLX method. *International Conference on Advanced Mechanical and Industrial engineering 909 (2020) 012064.*
- Uran, Y. (2022). *Taguchi Yöntemi Kullanılarak Hafif Genleşmiş Kil Üretiminin Optimizasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No. 718159).
- Usta, D. ve Çilingirtürk, A.M. (2018). Bitişme Analizi Faydalarının Genelleştirilmiş Tahmin Denklemleri İle Belirlenmesi. *Marmara Üniversitesi, İİBF, Ekonometri Bölümü IJEAS, 2018 (18. EYİ Özel Sayısı):11-22 ISSN 1307-9832*
- Utama, F.R. (2021). Analisis Beban Kerja Karyawan dengan Menggunakan Metode Swat dan Metode NASA-TLX. *Scientific Journal of Industrial Engineering Vol. 2 No.2 September 2021*
- Uzunlar E. (2020). *AR-GE Çalışanlarında Aşırı İş Yükü, Örgütsel Bağlılık Ve Dönüşümcü Liderlik Arasındaki İlişkiler* (Yüksek Lisans Tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal açık bilim veri tabanından erişildi (Tez No. 620332).
- Vanhelst, J., Hurdiel, R., Mikulovic, J., Bui-Xuân, G., Fardy, P., Theunynck, D. and Béghin, L. (2012). Validation of the Vivago Wrist-Worn accelerometer in the assessment of physical activity. *BMC Public Health 2012, 12:690*

- Vidulich, M. A. and Tsang, P. S. (1986). Techniques Of Subjective Workload Assessment: A Comparison Of SWAT And The NASA-Bipolar Methods. *Ergonomics*, 1986, Vol. 29, No. 11 1385-1398
- Vidulich, M.A., and Wickens, C.D., (1986). Causes of dissociation between subjective workload measures and performance. *Applied Ergonomics* 1986, 17.4,291-296
- Yağmuroğlu, Z., Günaydın, H.M. ve Kale, S. (2011). İş Gereksinim Analizi Yönteminin İş Güvenliği Bağlamında İncelenmesi. 3. *İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, 3
- Yasmin, A., Karim, A.A. and Rizalmi, S.R. (2022). Analisis Beban Kerja Mental Dengan Metode Nasa- Tlx Di Pt. Pertamina Hulu Sanga Sanga. *Journal Of Industrial Innovation And Safety Engineering Vol. 01 No. 01 Bulan Januari Tahun 2023*
- Yener, Y., Can, G.F. ve Toktaş, P. (2019). Fiziksel Zorlanma Ve Algılanan İş Yükü Düzeylerini Dikkate Alan Bir İş Rotasyonu Önerisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi* . 15-16
- Young, G., Zavelina, L., and Hooper, V. (2008). Assessment of Workload Using NASA Task Load Index in Perianesthesia Nursing. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, Vol 23, No 2 (April), 2008; pp 102-110
- Yul, F.A. and Sat Setiyawan, S.R. (2021). Analisis Beban Kerja Operator Paper Mesin #6 Pt. Indah Kiat Pulp And Paper Tbk Menggunakan Metode Cardiovascular Load (Cvl) Dan Subjective Workload Assessment Technique (Swat). *Surya Teknika Vol. 8 No. 2, Desember 2021: 302–309*
- Wei, Z., Zhuang, D., Wanyan, X., Liu, C., and Zhuang, H.(2014). A model for discrimination and prediction of mental workload of aircraft cockpit display interface. *Chinese Journal of Aeronautics Volume 27, Issue 5, October 2014, Pages 1070-1077*
- Wiranegara, B.F. and Suryadi A. (2022). Analisis Beban Kerja Mental Terhadap Karyawan Dengan Metode Subjective Workload Assesment Technique Pt. Surabaya Industrial Estate Rungkut (Sier). *Humantech : Jurnal Ilmiah Multidisplin Indonesia Vol 1 No 8 Juni 2022 E-Issn : 2809-1612, P-Issn : 2809-1620*
- Zheng, Y., Yin, T., Dong, D., and Fu, S.(2011). Using NASA-TLX to evaluate the flight deck design in Designn Phase of Aircraft. *The 2nd International Symposium on Aircraft Airworthiness (ISAA 2011)*

EKLER

EKLER

EK A: Anket Soruları

Branşınız:

İş yerindeki göreviniz:

Yaşınız

- 18-25
 26-35
 36-45
 46-55
 56+

Cinsiyetiniz:

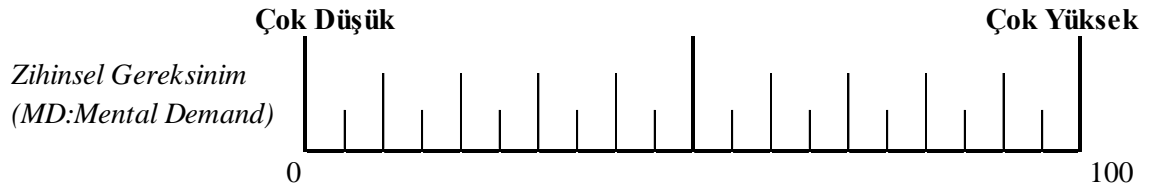
KADIN ERKEK

-

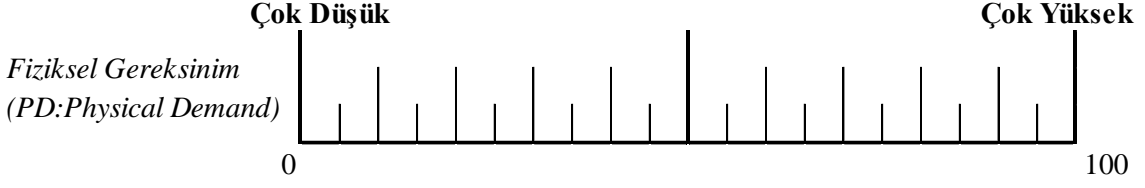
İşbir Elektrik Sanayii A.Ş. AR-GE Merkezi' nde ne kadardır çalışıyorsunuz?

- 0-6 AY
 6 AY-2 YIL
 2 YIL-4 YIL
 4 YIL-10 YIL
 10 YILDAN FAZLA

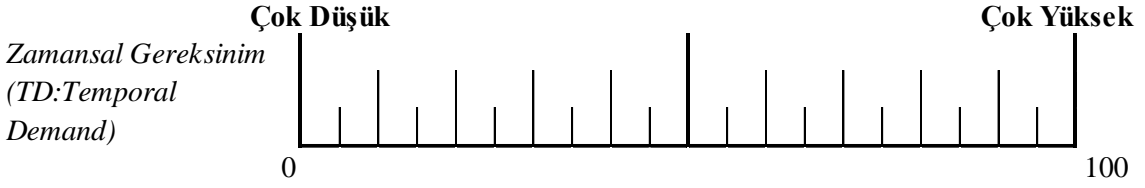
Ne kadar zihinsel ve algılama aktivitesine ihtiyaç duyuyorsunuz?(Düşünme, karar verme, hesaplama, hatırlatma, bakma, arama vb.) Görevin icrası hatasız ve kesin mi olmalı yoksa hata kabul edilebilir mi? Görev kolay mı zor mu? Sade mi karışık mı?



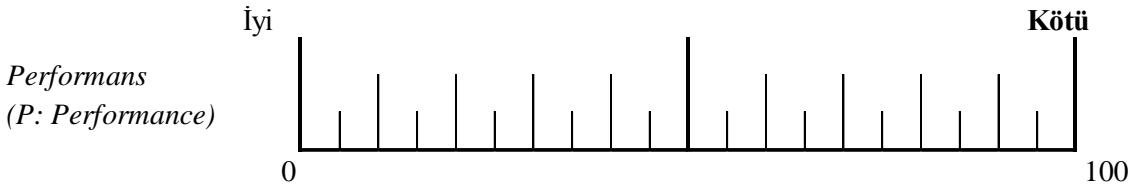
Ne kadar fiziksel aktiviteye ihtiyaç duyuyorsunuz? (ittirme, çekme, çevirme, kontrol etme vb.) Görev basit mi yorucu mu, yavaş mı hızlı mı, gelişi güzel yapılabilir mi özel bir özen mi istiyor?



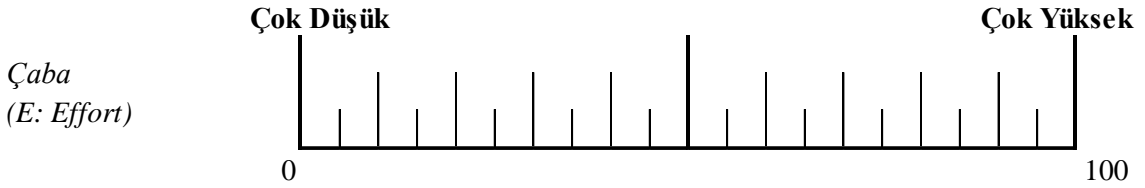
Belirli bir görevin bir aşamasını yerine getirirken ne kadar bir zaman baskısı, kısıtı üzerinizde hissetmektedir? Görevi yerine getirmek için atılan adımların hızlı ya da yavaş olması?



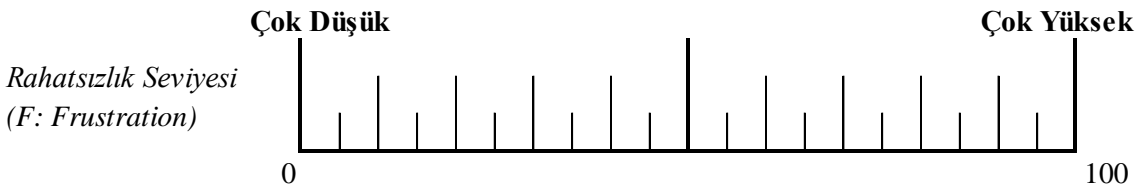
Verilen görevin hedeflerine ulaşmada size göre veya denetçilere göre ne derece başarılı olduğunuzu düşünüyorsunuz? Görevi yerine getirirken ne derece tatmin oluyorsunuz?



Görevinizi yerine getirmek için ne kadarlık ağır çalışma gereklidir?(zihinsel ve fiziksel)



Görevinizi yerine getirirken kendinizi ne kadar güvensiz, gayri memnun, zarar görmüş, gerilmiş, sinirlenmiş, karışık, gevşek ya da karmaşık hissediyorsunuz?



Göreviniz için sizin iş yükünüze göre en önemli katkıyı temsil eden faktörü işaretleyiniz

| | |
|----------------------|----------------|
| ZİHİNSEL TALEP | FİZİKSEL TALEP |
| ZAMANSAL TALEP | FİZİKSEL TALEP |
| PERFORMANS | ZİHİNSEL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | ZAMANSAL TALEP |
| EFOR | PERFORMANS |
| ZAMANSAL TALEP | PERFORMANS |
| EFOR | ZAMANSAL TALEP |
| FİZİKSEL TALEP | EFOR |
| ZİHİNSEL TALEP | ZAMANSAL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | FİZİKSEL TALEP |
| EFOR | ZİHİNSEL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | ZİHİNSEL TALEP |
| PERFORMANS | FİZİKSEL TALEP |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | PERFORMANS |
| RAHATSIZLIK SEVİYESİ | EFOR |

EK B: NASA-TLX sonuçları

Tablo B.1: NASA-TLX mobil uygulaması çözüm sonuçlarının bir çalışan üzerinde gösterimi.

| | Sıralama | Sıralama-Puanlama | Puanlama | SONUÇ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|--------------|-------------------|----------|--|--|--------|--------|----------|---------------|----|---|---|-----------------|----|---|-----|-----------------|----|---|----|-------------|----|---|-----|--------|----|---|-----|-------------|----|---|-----|-------------------------|--------------|--|--|
| P1 | | | | <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Rating</th> <th>Weight</th> <th>Adjusted</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mental Demand</td> <td>80</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Physical Demand</td> <td>95</td> <td>4</td> <td>380</td> </tr> <tr> <td>Temporal Demand</td> <td>60</td> <td>1</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Performance</td> <td>90</td> <td>2</td> <td>180</td> </tr> <tr> <td>Effort</td> <td>90</td> <td>3</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>Frustration</td> <td>80</td> <td>5</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Weighted Rating:</td> <td colspan="3">86.00</td> </tr> </tbody> </table> | | Rating | Weight | Adjusted | Mental Demand | 80 | 0 | 0 | Physical Demand | 95 | 4 | 380 | Temporal Demand | 60 | 1 | 60 | Performance | 90 | 2 | 180 | Effort | 90 | 3 | 270 | Frustration | 80 | 5 | 400 | Weighted Rating: | 86.00 | | |
| | Rating | Weight | Adjusted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mental Demand | 80 | 0 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Physical Demand | 95 | 4 | 380 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temporal Demand | 60 | 1 | 60 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Performance | 90 | 2 | 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Effort | 90 | 3 | 270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frustration | 80 | 5 | 400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Weighted Rating: | 86.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı :Merve KAYAK

Doğum tarihi ve yeri : 27.07.1992-Balıkesir

e-posta :merveozdem1092@gmail.com

Öğrenim Bilgileri

| Derece | Okul/Program | Yıl |
|-----------|--|------|
| Y. Lisans | Balıkesir Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği | 2023 |
| Lisans | Balıkesir Üniversitesi/Endüstri Mühendisliği | 2014 |
| Lise | Gökçeyazı Lisesi | 2010 |