



## Isı ve sıcaklık kavramları ile ilgili sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların incelenmesi: kavram yanlışları, tutarlılık ve kavramsal değişim

Zübeyde Demet Kırbulut Güneş<sup>1</sup>, Bilal Güneş<sup>2</sup>

### Öz

Bu çalışmada, sohbet robotları (ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Bard) tarafından ısı ve sıcaklık kavramları ile ilgili oluşturulan yanıtların alanyazında tanımlanan kavram yanlışlarıyla örtüşüp örtüşmediği ve bu yanıtların öğrencilerin yanıtlarıyla nasıl benzerlik gösterdiği incelenmiştir. Çalışmada ayrıca Kavramsal Değişim Metinlerinin (KDM'lerin) ısı ve sıcaklık hakkında sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtlar üzerindeki etkisi ele alınmış ve bu etkinin istem mühendisliği ile ilişkisine odaklanılmıştır. Isı ve Sıcaklık Dört Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi (ISKYT) ve KDM'ler, fizik öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışlarını iyileştirmede KDM'lerin etkisini inceleyen önceki bir çalışmadan alınarak kullanılmıştır. Yirmi maddeden oluşan ISKYT, fizik öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklıkla ilgili alanyazında tanımlanan kavram yanlışlarını tespit etmek üzere hazırlanmış ve ISKYT'de her bir kavram yanlışlığı birden fazla test maddesi ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ISKYT, KDM'lerin uygulanmasından önce ve sonra, sohbet robotlarının ısı ve sıcaklık kavramlarına ilişkin oluşturdukları yanıtları belirlemek için kullanılmıştır. Ayrıca, sohbet robotlarının yanıtlarını detaylandırmak için onlarla derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Önceki çalışmada fizik öğretmen adayları ısı ve sıcaklık hakkında kavram yanlışları sergilemiş ve bu yanlışlar KDM'ler tarafından etkili bir şekilde iyileştirilmiştir. Bu çalışmada da benzer şekilde, Bard'dan gelenler hariç, sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların kavram yanlışlarını içerdiği bulunmuştur. ChatGPT-4, diğer iki sohbet robotunun aksine, tutarlı olarak bilimsel paradigmaya uygun yanıtlar oluşturmuştur. Bununla birlikte bu çalışma, ön ve son test uygulamalarında ChatGPT-4 tarafından oluşturulan yanıtların, özellikle "farklı maddelere eşit miktarda ısı verildiğinde, son sıcaklıkları aynı olur" kavram yanlışlığını içerdiğini ve bu yanıtların tutarlı olarak bu kavram yanlışlığını yansıttığını ortaya koymuştur. Hem ChatGPT-3.5 hem de Bard, tutarsız yanıtlar oluşturmalarına rağmen ön ve son test verileri arasında performanslarında iyileşme gözlenmiştir. Sohbet

### Anahtar Kelimeler

Fen eğitimi  
Yapay zeka sohbet robotları  
İstem mühendisliği  
Isı ve sıcaklık  
Kavram yanlışlığı  
Kavramsal değişim yaklaşımı  
Dört aşamalı test

### Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 03.09.2024  
Kabul Tarihi: 06.02.2025  
Elektronik Yayın Tarihi: 31.01.2026

DOI: 10.15390/ES.2026.2515

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye, [zdgunes@gazi.edu.tr](mailto:zdgunes@gazi.edu.tr)

<sup>2</sup> Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Ankara, Türkiye, [bgunes@gazi.edu.tr](mailto:bgunes@gazi.edu.tr)

robotları kavram tanımlarını doğru bir şekilde ifade eden yanıtlar oluşturabilirken, birden fazla bilimsel kavrama dayalı sonuç çıkarma, kavramları gerçek dünya senaryolarına uygulama ve karmaşık akıl yürütmede zorlanmıştır. Bu çalışma, sohbet robotlarının altında yatan algoritmalar açıklanmamış olsa da, tüm sohbet robotları için son test yanıtları, yanlış yanıtlarda kayda değer bir azalma ve bilimsel bilgi ile daha iyi uyum göstererek, önceki çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde KDM'lerin olumlu etkisini ortaya koymuştur.

## Giriş

COVID-19 salgını, öğretim ve öğrenim süreçleri ile ilgili çevrimiçi teknolojilerin kullanımına doğru yaygın bir yönelime yol açmıştır (Sartika vd., 2021; Whalley vd., 2021). Yapay zeka (YZ), bilgisayarlar ve mobil cihazlar da dahil olmak üzere günlük hayatımıza girmeye başlamıştır (Ramos vd., 2008). YZ, makine öğrenmesi, derin öğrenme ve doğal dil işleme gibi çeşitli teknolojileri ve yöntemleri kapsayan genel bir terimdir (Baker ve Smith, 2023). ChatGPT ve Google'ın Bard'ı gibi üretken yapay zekaya dayalı büyük dil modelleri (Large Language Models – LLM'ler) eğitim alanında yaygın bir ilgi görmüştür (Alasadi ve Baiz, 2023; Labadze vd., 2023; O'Dea ve O'Dea, 2023). Bu üretken sohbet robotları, çok büyük miktarda veriyi analiz ederek insan benzeri bilişsel görevleri yerine getirmektedir (Zawacki-Richter vd., 2019).

Fen eğitiminde, üretken sohbet robotları öğretme ve öğrenmeyi destekleme potansiyelleri açısından araştırılmaktadır. Önceki çalışmalar, sohbet robotlarının sınav sorularına verdikleri yanıtların değerlendirilmesi (Clark, 2023; Fergus vd., 2023), sohbet robotları tarafından oluşturulan yanıtların öğrenci eleştirileri için yönlendirici olarak kullanılması (Exintaris vd., 2023), sohbet robotlarının kimya laboratuvarlarına entegre edilmesi (Humphry ve Fuller, 2023) ve sohbet robotu yanıtlarının analiz edilmesi (Talanquer, 2023) gibi çeşitli bağlamlarda kullanımlarını araştırmıştır. Bu artan ilgiye rağmen, fen eğitimindeki en temel zorluklardan biri olan termodinamik ilkeleri ve bunların disiplinler arası uygulamalarını anlamak için gerekli olan ısı ve sıcaklık gibi temel bilimsel kavramlarla ilgili kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde sohbet robotlarının rolü yeterince araştırılmamış bir alandır (Tiberghien, 1994). Bu bağlamda gerçekleştirilen bu çalışmada, ısı ve sıcaklık kavramlarıyla ilgili sohbet robotlarının oluşturdukları yanıtlar (ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Bard) değerlendirilmiş, alanyazında tanımlanan kavram yanlışlarıyla benzerlikleri incelenmiş ve bu yanıtlar öğrencilerin yanıtlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu çalışma, öğretmenlerin, yanıtları ortaya çıkaran, varsayımlara karşıtık oluşturan ve öğrenci muhakemesini geliştiren biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri tasarlamak için sohbet robotlarını nasıl kullanabilecekleri konusunda fikir verdiği için fen eğitimi alanı için özel bir öneme sahiptir. Öğrenciler, kavram yanlışları testlerine sohbet robotunun oluşturdukları yanıtları eleştirel bir biçimde değerlendirerek doğru bilgileri ayırt edebilir ve hataları düzeltebilirler. Bu süreç, bilimsel kavramların daha derin ve sağlam bir şekilde anlaşılmasını teşvik edebilir. Bu öğretim şekli, kavram yanlışlarının iyileştirilmesini kolaylaştırır ve eleştirel düşünmeyi ve konuya aktif katılımı teşvik ederek genel olarak öğrenme deneyimini geliştirir (Exintaris vd., 2023; Rudolph vd., 2023). Bu çalışmada, Çelik'in (2022) yöntemi, sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtları değerlendirmek için temel olarak ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışları alanyazınına dayanarak oluşturulmuş bir kavram yanlışları testi kullanarak ve bu kavram yanlışlarını ele almak için Kavramsal Değişim Metinleri (KDM'ler) kullanarak uyarlandı. Bu yaklaşım, ısı ve sıcaklıkla ilgili sohbet robotu yanıtlarının alanyazında tanımlanan ve fizik öğretmen adayları arasında tespit edilen kavram yanlışlarıyla örtüşüp örtüşmediğinin belirlenmesini ve KDM'lerin bu kavram yanlışlarını iyileştirmedeki etkisinin, fizik öğretmen adayları ve sohbet robotları tarafından oluşturulan yanıtlar üzerinden karşılaştırmalı bir analizle değerlendirilmesini sağlamıştır.

İstem mühendisliği, soruların veya girdilerin yapılandırılma şeklini iyileştirerek sohbet robotlarının doğru yanıtlar oluşturmalarını sağlar. Bard gibi bazı sohbet robotları yanıtlarını girdi verilerine göre güncelleyebilse de, istem mühendisliğinin temel amacı değişmemektedir: sohbet robotu tarafından oluşturulan bilgilerin doğruluğunu ve amaca uygunluğunu artırmak (Brown vd., 2020).

Benzer şekilde, KDM'ler de kavram yanlışlarını iyileştirmek ve doğru bilimsel kavramları sunmak için fen eğitiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Duit ve Treagust, 2003). Hem istem mühendisliği hem de KDM'ler net ve bilimsel olarak sağlam bilgiler sunma amacını paylaşmaktadır (Duit ve Treagust, 2003; Liu vd., 2023). Bu çalışma, yapay zeka güdümlü araçlar tarafından sağlanan eğitim içeriğinin kalitesini artırmak amacıyla, KDM'lerin ısı ve sıcaklık hakkındaki sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların nasıl iyileştirebileceğini araştırmaktadır.

### *Alanyazın*

Bu bölüm, bu çalışmanın altında yatan temel kavramlara genel bir bakış açısı sunmaktadır. Bu bölümde, (1) ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışlarına odaklanılarak bunların fen eğitimindeki yaygınlığı ve önemi; (2) sohbet robotu yanıtlarının eğitim amaçlı olarak iyileştirilmesindeki rolü vurgulanarak istem mühendisliği ve (3) kavramsal değişim metinleri (KDM'ler) ele alınarak bunların öğrencilerin kavram yanlışlarını iyileştirmedeki faydası vurgulanmaktadır. Araştırmanın amacı bölümü, çalışmanın amaçlarını ortaya koymakta ve araştırmaya sorularını ele almak için temel oluşturmaktadır.

### *Isı ve Sıcaklık Hakkındaki Kavram Yanlışları*

Algılar ilk olarak kişinin çevresini ve doğayı gözlemlemesiyle oluşur. Örneğin, Güneşin doğuşundan batışına kadar olan süreci gözlemleyen biri, başka herhangi bir girdi olmaksızın, Güneşin doğudan doğduğu, batıdan battığı ve Yerküre'nin ise hareketsiz kaldığı sonucuna varabilir. Aslında, geçmişte bilim insanları ve filozoflar doğa gözlemlerine dayanarak bu tür sonuçlara ulaşmışlardır. 17. ve 18. yüzyıllarda bilim insanları, tüm yanıcı maddelerin filojiston adı verilen görünmez bir madde içerdiğini öne sürmüşlerdir. Bu kurama göre, filojistonun yanan bir maddeden kaçtığı ve havada çözüldüğü düşünülüyordu. Ancak zaman içinde bilimsel gelişmeler, Yerküre'nin ve Güneş sistemindeki diğer gezegenlerin hareketlerini daha iyi anlamamızı sağlamış ve yanma olaylarının, modası geçmiş filojiston kavramına atıfta bulunmayan daha doğru bir şekilde anlaşılmasına yol açmıştır.

Yerküre'nin hareketi veya filojiston hakkındaki gibi kavram yanlışları, bilişsel çatışmaya neden olabilir ve bu da yeni bilgilerin işlenme şekillerini etkileyebilir. Öğrenenlerin etkili öğrenme için genellikle bu çatışmaları fark etmeleri ve çözmeleri gerekir (Posner vd., 1982). Bazı gözlemler belirli konularda kavram yanlışlarını teşvik edebilir, bunun en iyi örneklerinden biri ısı kavramıdır. Kavram yanlışlığı, ısının madde olduğu ve bir cismin sahip olabileceği bir nicelik olduğu yönündedir ki bu da eski filozofların ve bilim insanlarının fikirlerine benzer. Bu örnekte, ısının hava ya da sıvı gibi nesnelere eklenebilen ya da nesnelere çıkarılabilen somut bir madde olduğuna inanılmaktadır. Araştırmalar, ısı, sıcaklık, kuvvet ve hareketle ilgili bu tür kavram yanlışlarının kalıcı olduğunu ve anlamlandırmada sistematik hatalara yol açabileceğini göstermiştir (Driver vd., 1994). Birçok öğrenci aynı zamanda "ısı" ve "sıcaklık" kavramlarını ayırt etmekte zorlanmakta ve bu kavramları sıklıkla eş anlamlı olarak kullanmaktadır (Aydoğan vd., 2003; Çelik, 2022; Güneş, 2021).

### *İstem Mühendisliği*

İstem mühendisliği, ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Bard gibi büyük dil modellerini (LLM'leri) istenen çıktıları üretmeye yönlendirmek için çok önemli olan temel bir doğal dil işleme (NLP) tekniğidir. Bu teknik, sohbet robotları ve otomatik içerik üretimi de dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda bu modellerin performansını ve faydasını iyileştirmek için gereklidir. Araştırmacılar ve uygulayıcılar, girdi istemlerini iyileştirerek LLM'lerden daha doğru, amaca ve bağlama uygun yanıtlar elde edebilirler. Dikkatle tasarlanmış istemler, LLM'lerin kapasitesinden daha etkili bir şekilde yararlanarak, en az ek eğitimle karmaşık görevleri yerine getirmelerini sağlar. Büyük dil modellerinin potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için, istem mühendisliği vazgeçilmezdir. Uygulayıcılar, açıklık, bağlam, yapı ve ardışık iyileştirmeye odaklanarak model çıktılarının kalitesini ve uygunluğunu önemli ölçüde artırabilir. Bu teknik aynı zamanda LLM performansını artırır ve otomatik içerik üretiminden eğitim araçlarına kadar çeşitli alanlarda uygulanabilirliklerini genişletir (Brown vd., 2020).

### ***Kavramsal Değişim Metni (KDM)***

KDM'ler kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde en etkili yöntemlerden biridir (Chambers ve Andre, 1997; Çelik, 2022; Hynd ve Alvermann, 1986; Wang ve Andre, 1991). KDM'ler kavramsal değişim modellerine dayanmaktadır. Araştırmacılar çeşitli kavramsal değişim modelleri önermişlerdir (Chi, 1992; diSessa, 1988; diSessa, 2008; Mortimer, 1995; Posner vd., 1982; Ueno, 1993; Vosniadou, 1992). Eğitimde en yaygın kullanılan kavramsal değişim modellerinden biri olan Posner ve diğerlerinin (1982) modeline göre, kavramsal değişimin gerçekleşmesi için öğrenenin mevcut kavramından hoşnutsuz olması, ardından yeni bir kavramı anlaşılır, makul ve verimli olarak kabul etmesi gerekir. KDM'ler belirli bir bağlamda olası kavram yanlışlarını ortaya koyar ve hoşnutsuzluğu tetiklemek için tutarsızlıkları açıklar. Bilimsel kavramları net bir şekilde ortaya koyarak akla yatkın hale getirir ve anlaşılabilirliği ve uygulanabilirliği artırmak için çeşitli bağlamlar sunar (Chambers ve Andre, 1997; Güneş, 2021). KDM'ler, ısı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarını iyileştirmede etkili bir müdahale yöntemi olarak öne çıkmaktadır (Aydoğan vd., 2003; Çelik, 2022). İstem mühendisliği ve KDM'lerin fen eğitiminde kullanımı karşılaştırıldığında, temelde yatan ortak bir yaklaşım bulunmaktadır: ister dil modelleri için istemler, ister öğrenciler için kavramsal değişim metinleri olsun, çıktının kalitesini ve etkinliğini artırmak için girdiyi yöntemsel olarak tasarlamak. Her iki teknik de kendi hedeflerine ulaşmak için açıklık, bağlam ve ardışık iyileştirmenin önemini vurgulamaktadır. Özünde, istem mühendisliği sohbet robotu performansını artırırken, KDM'ler kavram yanlışlarını ele alıp iyileştirerek öğrenmeyi geliştirir ve böylece öğrenme ortamlarında kavramsal anlayışı iyileştirir (Liu vd., 2023; Duit ve Treagust, 2003).

### ***Araştırmanın Amacı***

İnternette doğru ile yanlış ve bilimsel olan ile olmayan bilgiyi ayırt edebilme becerisi, yapay zekanın yaygınlaşmasıyla birlikte giderek daha önemli hale gelmektedir. Bilişim ve İletişim Becerilerini (BİB) gerekli kılmaktadır. Tüm internet kullanıcılarının bu becerilere sahip olmasını hedefleyen birçok ülke, BİB becerilerini sistematik olarak öğretim programlarına dahil etmiştir. Birbiriyle doğrudan ilişkili ancak aynı olmayan ısı ve sıcaklık kavramlarının internet ortamlarındaki sunumları, ders kitapları (Leite, 1999), görsel ve yazılı medya (Allchin, 2023) gibi bilimsel ve bilimsel olmayan bilgi kaynaklarına dayanmaktadır. Bu nedenlerle, YZ tabanlı uygulamalardaki bilgilerin ısı ve sıcaklıkla ilgili kavram yanlışlarını pekiştirip pekiştirmediğini kontrol etmek için ısı ve sıcaklık üzerine bu çalışma yapılmıştır. Bilişsel özelliklerle ilgili YZ tabanlı uygulamaların yanıtlarının daha net bir şekilde anlaşılması, gelişmekte olan teknolojilerin öğrenme ortamlarına başarılı bir şekilde entegre edilmesine yardımcı olabilir. Bu çalışmada, YZ tabanlı uygulamalar tarafından kullanıcılara sağlanan bilgilerin alanyazında tanımlanan kavram yanlışlarıyla örtüşüp örtüşmediğinin, bu yanıtların öğrencilerin yanıtlarıyla nasıl benzerlik gösterdiğinin ve KDM'lerin ısı ve sıcaklık hakkında sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtlar üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada "öğrenenler" özellikle Çelik'in (2022) çalışmasında incelendiği gibi, ısı ve sıcaklık konusundaki kavramsal anlayışlarının kavram yanlışlarının belirlenmesi ve iyileştirilmesi için değerli bir ölçüt sağladığı fizik öğretmen adaylarını ifade etmektedir. Bu çalışmaya rehberlik eden araştırma soruları aşağıdaki gibidir:

- Isı ve sıcaklık hakkında sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtlar alanyazında tanımlanan kavram yanlışlarına karşılık geliyor mu?
- Sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtlar fizik öğretmen adaylarının ısı ve sıcaklık hakkındaki kavram yanlışlarıyla örtüşüyor mu?
- Kavramsal değişim metinleri sohbet robotu tarafından oluşturulan ısı ve sıcaklık kavramları hakkındaki yanıtlarını nasıl etkiliyor?
- Sohbet robotunun kavram testine verdiği yanıtlar tutarlı mı?

## Yöntem

Bu çalışmada, ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Google Bard 1.0.0 sohbet robotları kullanılmıştır. Isı ve Sıcaklık Dört Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi (ISKYT) (Güneş, 2020), sohbet robotlarının ısı ve sıcaklık kavramlarına ilişkin oluşturdukları yanıtları belirlemek için kullanılmıştır (ISKYT için Ek'e bakınız). İlk olarak, 3 Kasım 2023 tarihinde tüm sohbet robotlarında yeni birer sohbet sayfası açılarak ISKYT ön test olarak uygulanmıştır. Bunu takiben, sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların alanyazında tanımlanan kavram yanılgılarıyla uyumlu olması durumunda sohbet robotlarının yanıtlarını düzeltmek için KDM'ler istem olarak verilmiştir. Sohbet robotlarından, yanıtlarını geliştirmeye yönelik öneriler sunmaları istenmiş ve bu süreç, öğrenmeye karşı farklı derecelerde açıklık sergilediklerini ortaya koymuştur. ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4, istemde verilen bilgileri kullanarak LLM'yi güncelleme kapasitesine sahip olmadıklarını kabul etmekle birlikte, yanıtlarını iyileştirme yollarını önermişlerdir. Buna karşılık, Bard, öğrenmeye yüksek düzeyde açıklık göstermiş ve istemle sağlanan doğru ve kaliteli bilgilere dayalı olarak uyum sağlama ve kendini geliştirme konusunda hazır olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle, yapılandırılmış tasarımları nedeniyle, KDM'ler bir eğitim modeli olarak değil, sohbet robotunun ısı ve sıcaklık kavramları hakkındaki yanıtlarını yönlendirmek için bir araç olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada, beş farklı aşamadan oluşan KDM, standart uygulamada olduğu gibi ayrı aşamalar yerine tek ve birleşik bir metinsel istem olarak sunulmuştur. Bu yaklaşımdan sayesinde, KDM'nin sohbet robotu yanıtlarının netliğini ve doğruluğunu artırması beklenmektedir. Ayrıca, sohbet robotu yanıtları, yanlış yanıtların iyileştirilmesinin birkaç gün hatta bir hafta gerektirebileceğini vurgulamış, böylece ön ve son test değerlendirmeleri arasındaki bir haftalık aralık bırakılmıştır. Bir hafta sonra, 9 Kasım 2023 tarihinde, ISKYT son test olarak uygulanmıştır. Daha sonra, kavram yanılgılarıyla tutarlı olan sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtları ele almak için derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Tüm istemler aynı sohbet sayfasında tamamlanmıştır. Ön ve son test verileri bu makalenin yazarları tarafından bağımsız olarak kodlanmış ve kodlanan 120 veriden (her üç sohbet robotu için uygulanan 20 maddelik ISKYT testinin hem ön hem de son test verileri olmak üzere) kodlayıcılar arasında beş tutarsızlık gözlemlenmiş ve tartışma yoluyla çözülmüştür; son olarak, her iki yazar tarafından üzerinde anlaşmaya varılan kodlama kullanılmıştır.

### *Isı ve Sıcaklık Dört Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi (ISKYT)*

ISKYT, bu çalışmanın ikinci yazarı tarafından yönetilen bir yüksek lisans tezinin parçası olarak geliştirilmiştir (Güneş, 2020). ISKYT, her bir kavram yanılgısını birden fazla test maddesi kullanarak ölçmektedir. Testte 20 madde bulunmaktadır. Testin ilk aşamasında bir seçenek doğru yanıt, diğer seçenekler ise kavram yanılgıları ve çeldiricilerdir. ISKYT, fizik öğretmen adayları tarafından sahip olunan ve alanyazında tanımlanan yedi yaygın kavram yanılgısını (Çelik, 2022; Güneş, 2021) tespit etmek üzere tasarlanmıştır (bkz. Tablo 1).

**Tablo 1.** Isı ve Sıcaklık Kavram Yanılgıları

Kavram Yanılgısı Numarası	Kavram Yanılgıları
MC <sup>a</sup> 1	Deri iyi bir termometredir.
MC2	40°C sıcaklık, 20°C sıcaklığın iki katıdır.
MC3	Farklı maddelere eşit miktarda ısı verildiğinde, son sıcaklıkları aynı olur.
MC4	Isı ve sıcaklık aynıdır.
MC5	İki sıvı karıştırıldığında, karışımın sıcaklığı sıvıların toplam sıcaklığıdır.
MC6	Isı alan her maddenin sıcaklığı artar. / Isı veren her maddenin sıcaklığı azalır.
MC7	Yünlü giysiler size ısı verir.

<sup>a</sup>MC "kavram yanılgısı" teriminin kısaltmasıdır.

Testin ilk aşamasında, Tablo 1'de gösterilen kavram yanılgıları ile ilgili çoktan seçmeli sorular sorulmuştur. İkinci aşamada, birinci aşamada verilen yanıtlara ilişkin emin olma düzeyi sorgulanmıştır. Üçüncü aşamada, birinci aşamada verilen yanıtların arkasındaki neden sorulmuştur. Dördüncü

aşamada ise verilen nedene ilişkin emin olma düzeyi sorulmuştur. ISKYT'den örnek bir dört aşamalı soru (#12) Örnek 1'de gösterilmektedir.

**Örnek 1. ISKYT'den Örnek Bir Dört Aşamalı Soru (#12)**

12.1. Bir evin buzdolabında farklı zamanlarda alınmış, farklı miktarlarda peynir, zeytin, yumurta ve elma bulunmaktadır. Bu yiyecekler uzun süre buzdolabında bekletildikten sonra birbirleriyle ve ortamla ısı alışverişi kesilmiştir. Son durumda bu yiyeceklerin hangi niceliği kesinlikle birbirine eşittir?

- A) Ortamdan aldıkları ısı
- B) Ortama verdikleri ısı
- C) Sıcaklıkları
- D) İç enerjileri
- E) Buzdolabına konulduktan sonraki sıcaklık değişimleri
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

12.2. Sorunun yukarıdaki 12.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

12.3. Sorunun yukarıdaki 12.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız

.....

.....

.....

12.4. Sorunun yukarıdaki 12.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

YZ sohbet robotlarının ISKYT sorularına oluşturdukları yanıtlar analiz edildiğinde, ikinci ve dördüncü aşamalarda sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların tümü “eminim” veya “kesinlikle eminim” şeklindeydi. Bu, hiçbir sohbet robotunun yanıtında herhangi bir güven eksikliği ifade etmediği anlamına geliyordu. Bu nedenle yanıtların sınıflandırılmasında, dört aşamalı testin yalnızca diğer iki aşaması dikkate alınmıştır (bkz. Tablo 2).

**Tablo 2.** Birinci ve Üçüncü Aşamalardaki Yanıtların Sınıflandırılması<sup>a</sup>

		1. Aşama		
		Doğru	Kavram Yanılgısı	Çeldirici
3. Aşama	Doğru	SC	FN	LK
	Kavram Yanılgısı	FP	MC	LK
	Çeldirici	LK	LK	LK

<sup>a</sup>SC, Bilimsel doğru; MC, Kavram yanılgısı; FP, Yanlış nedenli doğru; FN, Doğru nedenli yanlış; LK, Bilgi eksikliği.

Bilimsel olarak doğru birinci ve üçüncü aşama yanıtlar bilimsel doğru (SC) ile gösterilmiştir. Kavram yanılgısı (MC), birinci ve üçüncü aşamalar için kavram yanılgılarını göstermektedir. Bir yanıt birinci aşamada bilimsel olarak doğruysa, ancak nedeni üçüncü aşamadaki kavram yanılgısıyla tutarlıysa, bu ikili açıklama yanlış nedenli doğru (FP) olarak sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde, yanıt birinci aşamada bir kavram yanılgısı, ancak üçüncü aşamada bilimsel olarak doğruysa, doğru nedenli yanlış (FN) olarak sınıflandırılmıştır. Bu dört sınıflandırma dışındaki diğer tüm olası yanıtlar bilgi eksikliği (LK) olarak kabul edilmiştir. Bu çalışmada bilgi eksikliği olarak sınıflandırılan yanıtlardan bazılarının kavram yanılgısı olabileceği unutulmamalıdır, ancak bunun derinlemesine görüşmelerle tespit edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda, yalnızca birinci aşamada bir kavram yanılgısı içeren ve üçüncü aşamada ilgili kavram yanılgısını destekleyecek gerekçe ile birlikte bir açıklama sunan yanıtlar kavram yanılgısı olarak kabul edilmiştir.

Hestenes ve diğerleri (1992), çok aşamalı testlerde ölçümlerin doğruluğunun önemi için “yanlış nedenli doğru” ve “doğru nedenli yanlış” kavramlarını ortaya atmıştır. Yanlış nedenli doğru, Newtoncu olmayan akıl yürütme kullanılarak seçilen Newtoncu bir yanıttır; doğru nedenli yanlış ise Newtoncu akıl yürütmeye dayanan Newtoncu olmayan bir yanıttır. Yanlış nedenli doğru ve doğru nedenli yanlış oranlarının %10'dan az olması gerektiği belirtilmektedir (Hestenes ve Halloun, 1995). Çok aşamalı bir testin geçerliliği, yanlış nedenli doğru ve doğru nedenli yanlış oranları azaldıkça artar.

#### *Kavramsal Değişim Metni (KDM) ve İstem Mühendisliği*

Sohbet robotlarının oluşturduğu yanıtlar alanyazında tanımlanan kavram yanılgılarıyla tutarlı olduğunda, bu yanıtları iyileştirmek amacıyla her iki yazarın danışmanlığında hazırlanan bir yüksek lisans tezinde (Çelik, 2022) geliştirilen KDM'ler kullanılmıştır. Bu tezde, ISKYT tarafından belirlenen yedi kavram yanılgısını iyileştirmeyi amaçlayan yedi farklı KDM geliştirilmiştir. KDM'ler, Chambers ve Andre (1997) tarafından vurgulanan kavramsal değişim aşamalarını takip eden soru, hoşnutsuzluk, anlaşılabilirlik, mantıklılık ve verimlilik aşamalarından oluşmaktadır.

KDM'lerin hazırlanması sırasında ilk aşama, herhangi bir kavram yanılgısını belirlemek için öğrencilerin konuyla ilgili mevcut anlayışlarını **sorgulamayı** içerir. **Hoşnutsuzluk** durumu olarak bilinen ikinci aşamada, kavram yanılgıları ortaya konulur ve bu yanılgıların nedenleri vurgulanır. Ardından, öğrencilerin mevcut kavram yanılgılarını fark etmelerine ve mevcut kavramlarının yetersizliğini anlamalarına yardımcı olunmaya çalışılır. **Anlaşılabilirlik** koşulu olarak adlandırılan üçüncü aşamada, öğrencilere kavram yanılgılarını iyileştirmek için bilimsel bilgi anlaşılır halde sunulur. Kavramayı kolaylaştırmak için bilimsel bilgi günlük yaşamdan örnekler kullanılarak açıklanır. **Mantıklılık** olarak adlandırılan dördüncü aşamada, bilimsel bilginin öğrencilerin mevcut kavramlarına uyması ve problemleri çözmek için uygulanabilir olması sağlanır. Burada amaç, bilimsel bilginin öğrencilerin karşılaşılabilecekleri örnekler kullanılarak açık ve ikna edici bir şekilde açıklanmasıdır. **Verimlilik** olan son aşamada amaç, bilimsel bilginin çeşitli alan ve bağlamlardaki sorunları çözmek için uygulanabileceğini göstermektir. Bu çalışmada kullanılan bir KDM örneği Örnek 2'de sunulmuştur.

## Örnek 2. "Isı ve sıcaklık aynıdır." Kavram Yanılgısını İyileştirmeye Yönelik Bir Kavramsal Değişim Metni Örneği

?<sup>a</sup> Isı ve sıcaklık kavramları aynı mıdır?

D<sup>b</sup> Bazıları ısı ve sıcaklığın aynı kavram olduğunu düşünebilirler. Bu düşüncenin muhtemel sebeplerinden biri ısı ve sıcaklık kavramlarının günlük hayatta birbirleri yerine kullanılması ya da bu kavramların eş anlamlı kelimeler olduğunu düşünmek olabilir. Fakat ısı ve sıcaklık birbirleriyle ilgili olmasına rağmen farklı kavramlardır.

I<sup>c</sup> Isı, sıcaklık farkından dolayı cisimler arasında alınan ya da verilen enerjidir ve birimi enerji birimi olan joule veya kalori gibi enerji birimleriyle ölçülür. Sıcaklık ise bir maddeyi oluşturan taneciklerin ortalama öteleme kinetik enerjisinin bir göstergesidir, sıcaklık enerji değil enerjinin göstergesidir ve birimi kelvindir. Isı ve sıcaklığın farklı birimlere sahip birbirinden farklı kavramlar olduğunu vurgulamak önemlidir. Isı, sıcaklık farkından dolayı bir cisimden diğerine (veya aynı cismin sıcaklığı yüksek olan kısmından düşük olan kısmına) aktarılan enerjidir. Örneğin, kış aylarında soğuk ellerimiz ile yanmakta olan kalorifer peteğine dokunulursa, kalorifer peteğinden dokunan ele doğru enerji transfer edilir.

P<sup>d</sup> Örneğin, buzdolabında tutulan 4 °C sıcaklığındaki pet şişedeki su, sıcaklığı 27 °C olan mutfaka bırakıldığında ısı dengeye ulaşmaya kadar ortamdan ısı alacaktır. Su ve ortam arasında alınıp verilen enerjiye ısı denilir. Pet şişe yeterince uzun süre mutfakta bırakılırsa su ve ortam ısı dengeye ulaşacak ve artık ısı alışverişi olmayacaktır.

F<sup>e</sup> Benzer şekilde oda sıcaklığında uzun süre bekletilmiş bir alüminyum cetvel düşünelim. Bu cetvel, bir ucundan mum ile ısıtılarak sıcaklığı arttırılmış olsun. Cetvelin ısıtılan ucundan diğer ucuna doğru sıcaklık farkından dolayı bir enerji geçişi olur ve bu iletilen enerjiye ısı denir. Enerji geçişi her iki ucun sıcaklığı aynı olana kadar devam eder. Isı, sıcaklık farkının sonucunda enerji aktarımıdır. Dolayısı ile farklı kavramlar olan ısı ve sıcaklığın birbirinin yerine kullanılmaması gerektiğini vurgulamak önemlidir.

<sup>a</sup>Soru Sorma; <sup>b</sup>Hoşnutsuzluk; <sup>c</sup>Anlaşılabilirlik; <sup>d</sup>Makullük; <sup>e</sup>Verimlilik

KDM'yi açıkladıktan sonra, istem mühendisliği ile olan ilgisini ve ortak yanlarını vurgulamakta fayda vardır. İstem mühendisliği, net, belirli ve yapılandırılmış girdi üreterek dil modellerinin performansını arttırmak için kritik öneme sahiptir. Netlik ve belirginlik belirsizliği azaltmaya yardımcı olur ve modelin göreve hassas olarak odaklanmasını sağlar (Liu vd., 2023). Bağlam ve gerekli bilgileri sağlamak, modelin istemin daha geniş çerçevesini anlamasına yardımcı olur ve bu özellikle karmaşık görevler için önemlidir (Reynolds ve McDonell, 2021). Gao ve diğerlerine (2020) göre, istemlerin biçimi ve yapısı da önemli bir rol oynamaktadır; açık bir biçimlendirmeye sahip iyi yapılandırılmış istemler, modelin girdiyi doğru şekilde analiz etmesini ve etkili yanıtlar oluşturmasını sağlar. İstem mühendisliği, yanıtların kalitesini arttırmak için sürekli test ve iyileştirme gerektiren ardışık (iteratif) bir süreçtir. Hem istem mühendisliği hem de KDM, doğru bilgiyi işleme ve öğrenmeyi kolaylaştıran yapısal ve işlevsel benzerlikler gösterir. Bu teknikler açıklık ve belirginliğe öncelik verir, bağlam ve gerekli bilgileri sağlar, etkili biçimler ve yapılar kullanır ve ardışık olarak iyileştirmeye tabi tutulur.

- Açıklık ve Belirginlik: İstem mühendisliğinde, dil modellerini doğru yanıtlara yönlendirdiği için bilgi istemlerinin açık ve belirgin olmasını sağlamak çok önemlidir. Belirsiz istemler hatalı çıktılara yol açabilir. Benzer şekilde, KDM'ler de mevcut bilgiye karşıtlık oluşturan ve doğru bilimsel kavramları ortaya koyan net açıklamalar sunarak kavram yanılgılarını iyileştirmeyi amaçlar (Brown vd., 2020; Posner vd., 1982).



- **Bağlam ve Gerekli Bilgiler:** İstemlerde bağlam ve gerekli bilgileri sağlamak, dil modellerinin görevleri anlamasına yardımcı olur ve göreve daha uygun yanıtlar oluşturmalarını sağlar. KDM yöntemi, öğrencilerin yeni kavramları mevcut bilgileriyle ilişkilendirmelerine yardımcı olmak için bağlamsal bilgileri kullanır ve daha derin bir anlayışı kolaylaştırır (Duit ve Treagust, 2003; Liu vd., 2023).
- **Biçim ve Yapı:** İstemlerin biçim ve yapısı, dil modellerini yönlendirmede çok önemlidir. Net olarak hazırlanmış soru-cevap biçimleri gibi iyi yapılandırılmış istemler, modelin doğru yorumlama ve yanıt verme becerisini geliştirir. KDM'ler, kavram yanlışlarını sistematik olarak ele almak ve yeni kavramları pekiştirmek için mantıksal sıralama, başlıklar ve öğretim stratejileri kullanır (Posner vd., 1982; Reynolds ve McDonell, 2021).
- **Ardışıklık ve İyileştirme:** Hem istem mühendisliği hem de KDM'ler ardışık bir iyileştirme süreci içerir. İstemler, ortaya çıkan yanıtlara göre sürekli test edilir. KDM'ler de hazırlanırken, kavram yanlışlarını iyileştirmede ve öğrenmeyi kolaylaştırmada etkinliklerini sağlamak için öğrenci geri bildirimlerine göre revize edilir (Duit ve Treagust, 2003; Gao vd., 2020).

### Bulgular

#### *Isı ve Sıcaklıkla İlgili Sohbet Robotu Yanıtları Hakkında Ön ve Son Test Verileri Neler Ortaya Koyuyor?*

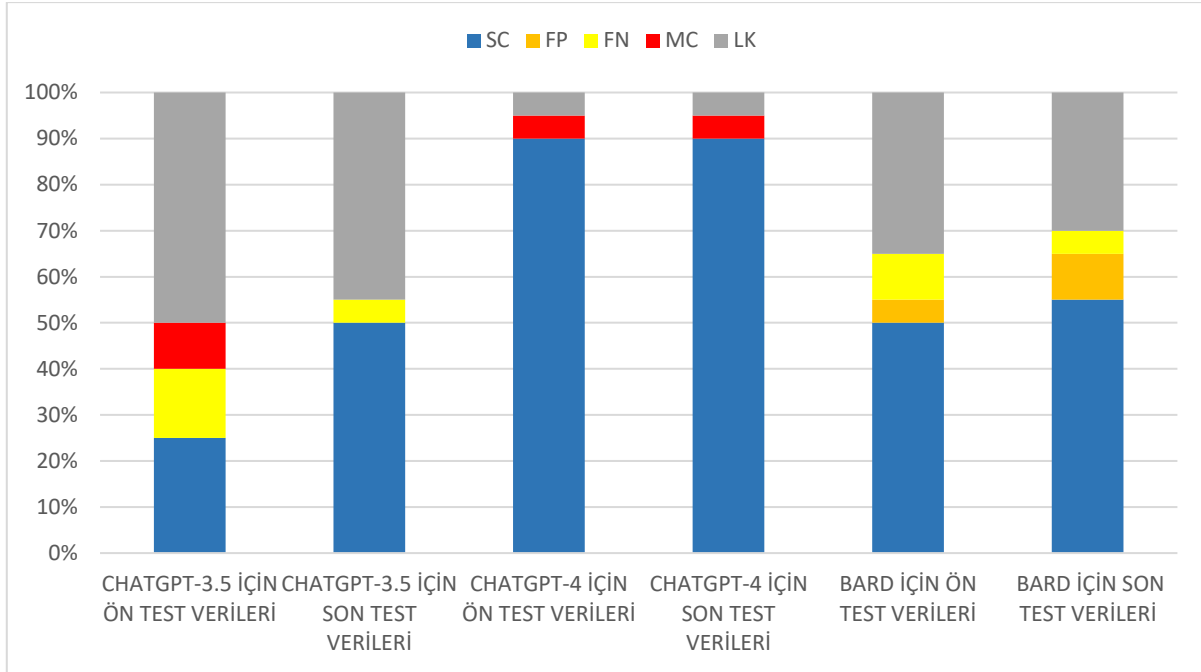
ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Google Bard 1.0.0 sohbet robotları için ön ve son test verilerinin sonuçları Tablo 3'te gösterilmektedir. YZ sohbet robotlarının ISKYT'deki her bir soruya oluşturdukları yanıtlar Tablo 2'de gösterildiği gibi bilimsel doğru, kavram yanılığı, yanlış nedenli doğru, doğru nedenli yanlış ve bilgi eksikliği olarak sınıflandırılmıştır.

**Tablo 3.** Yapay Zeka Sohbet Robotları için Ön ve Son Test Veri Sonuçları<sup>a</sup>

Soru Numarası	Ön Test			Son Test		
	CHATGPT-3.5	CHATGPT-4	BARD	CHATGPT-3.5	CHATGPT-4	BARD
1	FN	SC	LK	FN	SC	SC
2	FN	SC	FN	SC	SC	FN
3	LK	LK	SC	SC	LK	FP
4	LK	SC	FN	LK	SC	LK
5	MC5	SC	SC	SC	SC	LK
6	LK	SC	LK	LK	SC	SC
7	SC	SC	SC	SC	SC	SC
8	SC	SC	SC	SC	SC	SC
9	FN	SC	SC	LK	SC	SC
10	SC	SC	LK	SC	SC	LK
11	LK	MC3	SC	LK	MC3	SC
12	LK	SC	LK	LK	SC	LK
13	LK	SC	FP	SC	SC	SC
14	MC6	SC	LK	LK	SC	LK
15	SC	SC	SC	SC	SC	SC
16	LK	SC	SC	LK	SC	SC
17	LK	SC	LK	LK	SC	FP
18	LK	SC	LK	SC	SC	LK
19	LK	SC	SC	LK	SC	SC
20	SC	SC	SC	SC	SC	SC

<sup>a</sup>SC, Bilimsel doğru; MC, Kavram yanılığı; FP, Yanlış nedenli doğru; FN, Doğru nedenli yanlış; LK, Bilgi eksikliği.

YZ sohbet robotları için bilimsel doğru, kavram yanlışlığı, yanlış nedenli doğru, doğru nedenli yanlış ve bilgi eksikliği kategorilerinin dağılımı Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Yapay Zeka Sohbet Robotları için SC, MC, FP, FN ve LK Kategorilerinin Dağılımları

Ön test verileri analiz edildiğinde, ChatGPT-3.5 tarafından oluşturulan yanıtların %50'si bilgi eksikliği, %25'i bilimsel doğru, %10'u kavram yanlışlığı ve %15'i yanlış nedenli doğru olarak sınıflandırılmıştır. ChatGPT-4'ün oluşturduğu yanıtların %90'ı bilimsel doğru, %5'i kavram yanlışlığı ve %5'i bilgi eksikliği olarak kategorize edilmiştir. Bard'ın oluşturduğu yanıtların %50'si bilimsel doğru, %35'i bilgi eksikliği, %10'u doğru nedenli yanlış ve %5'i yanlış nedenli doğru olarak kategorize edilmiştir.

Son test verileri analiz edildiğinde, ChatGPT-3.5'un oluşturduğu yanıtların %50'si bilimsel doğru, %45'i bilgi eksikliği ve %5'i doğru nedenli yanlış olarak kategorize edilmiştir. ChatGPT-4'ün oluşturduğu yanıtlarda, ön test verilerinde bir değişiklik olmamış, yanıtların %90'ı bilimsel doğru, %5'i kavram yanlışlığı ve %5'i bilgi eksikliği olarak sınıflandırılmıştır. Buna karşılık, Bard'ın oluşturduğu yanıtlar %55 bilimsel doğru, %30 bilgi eksikliği, %10 yanlış nedenli doğru ve %5 doğru nedenli yanlış olarak kategorize edilmiştir. Üç sohbet robotu arasında ChatGPT-4 bilimsel paradigmaya uygun tutarlı yanıtlar oluşturmuş, ancak hem ön hem de son test verileri ChatGPT-4'ün MC3 kavram yanlışlığını içeren cevaplar oluşturduğunu ortaya koymuştur.

Ön test veri sonuçlarına göre, ChatGPT-3.5'un bilimsel doğruya dayalı en az yanıtı oluşturduğu görülmüştür. Son test verilerinde, bilimsel doğru olarak kategorize edilen yanıtların oranı %25'ten %50'ye yükselirken, bilgi eksikliği olarak kategorize edilen yanıtların oranı %50'den %45'e düşmüştür. Sohbet robotunun ön test yanıtlarında iki kavram yanlışlığı (MC5 ve MC6) tespit edilmiştir, ancak son test verileri analiz edildiğinde, daha önce kavram yanlışlıklarını içeren yanıtlar oluşturduğu her iki soruya verdiği yanıtlar bilimsel doğru olarak kategorize edilmiştir. Sonuç olarak, bilimsel bilgi ile uyum açısından son test verilerinde iyileşmeler gözlemlenmiştir.

Bard, ChatGPT-3.5'dan daha iyi performans göstermiş ancak ChatGPT-4 kadar başarılı olamamıştır. Son test verileri bilimsel doğru oranında %50'den %55'e bir artış, bilgi eksikliği oranında %35'ten %30'a bir düşüş ve doğru nedenli yanlış oranında %10'dan %5'e bir düşüş olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, yanlış nedenli doğru oranı %5'ten %10'a yükselmiştir. Bard'ın hem ön hem de son test verilerindeki yanıtlarının hiçbirinin kavram yanlışlığı olarak değerlendirilmediğini vurgulamakta yarar vardır.

### **Derinlemesine Analiz: Sohbet Robotları ile Görüşme**

Sohbet robotlarının sorulara verdiği yanıtları analiz etmeye bir örnek olarak, Örnek 1'deki 12. soruya verilen yanıtları yakından inceleyelim. Bu soruya verilen yanıtlar, Tablo 3'te gösterildiği gibi, her bir sohbet robotunun yanıtının sınıflandırması ön ve son test verileri arasında değişmemiştir. ChatGPT-4'ün yanıtı bilimsel doğru olarak kategorize edilirken, ChatGPT-3.5 ve Bard'ın yanıtları bilgi eksikliği olarak kategorize edilmiştir. ChatGPT-4'ün yanıtı bilimsel paradigma ile tutarlı olduğundan, derinlemesine görüşmeler yalnızca diğer iki sohbet robotu ile gerçekleştirilmiştir.

KDM'ler uygulandıktan ve 12. soru tekrar sorulduktan sonra, ChatGPT-3.5 Örnek 3'te gösterilen yanıtı vermiştir. Tablo 2'ye göre bu yanıt bilgi eksikliği olarak kategorize edilmiştir.

#### **Örnek 3. Soru 12'ye ChatGPT-3.5 Tarafından Verilen Yanıt**

12.1. D) İç enerjileri

12.2. a) Kesinlikle eminim

12.3. Birbirleriyle veya çevreleriyle ısı alışverişi olmaksızın uzun süre buzdolabında saklandıktan sonra, ısı transferi gerçekleşmediği için iç enerjileri dengeye ulaşır.

12.4. a) Kesinlikle eminim

ChatGPT-3.5'un oluşturduğu yanıt incelendiğinde, "ısı maddenin sahip olduğu enerjidir" ve "ısı ve iç enerji aynıdır" kavram yanlışlarını çağrıştırdığı görülmüştür. Bu kavram yanlışları çalışmada ele alınan yedi kavram yanlışlarından biri olmamakla birlikte alanyazında sıklıkla vurgulanan kavram yanlışlarından (Aydoğan vd., 2003). Bu doğrultuda, MC4 kavram yanlışlığı ile birlikte değerlendirildiğinde, sohbet robotunun oluşturduğu yanıtların ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını birbirinin yerine kullandığını gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum dikkate alınarak, bu sohbet robotu ile derinlemesine bir görüşme yapılmış ve ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını ayrı ayrı tanımlaması istenmiştir. ChatGPT-3.5, Örnek 4'teki kavram tanımlarını vermiştir.

#### **Örnek 4. ChatGPT-3.5'a göre Isı, Sıcaklık ve İç Enerji Tanımları**

**Isı:** Isı, sıcaklık farkı nedeniyle iki madde veya sistem arasında aktarılan bir enerji biçimidir. Isıl dengeye ulaşılan kadar daha yüksek bir sıcaklıktan daha düşük bir sıcaklığa doğru akar.

**Sıcaklık:** Sıcaklık, bir cismin sıcaklık veya soğukluk derecesini ifade eder. Bir maddedeki taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. Fizikte Celsius, Fahrenheit veya Kelvin gibi birimlerle ölçülür.

**İç Enerji:** İç enerji, bir madde içindeki taneciklerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamıdır. Taneciklerin hareket ve etkileşimleriyle ilişkili enerjiyi içerir. Bu enerji bir maddenin durumunu belirler ve sıcaklığı ile ilişkilidir.

Bu üç kavramı tanımlayan yanıtlar, çağdaş bilimsel açıklamalarla uyumlu olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra, aynı soru tekrar sorulduğunda veya sohbet robotundan belirli bir senaryoda bu doğru tanımlanmış kavramları kullanarak bir sonuç çıkarması istendiğinde, tutarsız yanıtlar verdiği görülmüştür. Sohbet robotu, kavramları tanımlarken doğru yanıtlar oluşturmuş, ancak birden fazla kavrama dayalı olarak bağlamsallaştırma ve çıkarım yapmaya çalışırken zorlanmıştır.

Bard'ın 12. soruya verdiği yanıt daha önce bilgi eksikliği olarak kategorize edilmiştir. Bu soru, tekrar sorulduğunda, verilen yanıt (bkz. Örnek 5) ise bilgi eksikliği olarak kategorize edilmiştir.

**Örnek 5.** Bard Tarafından Soru 12'ye Verilen Yanıtlar

12.1. Yanıt (D), iç enerjidir.

12.2. Ben (a) diyorum, yanıttımdan tamamen eminim.

12.3. Termodinamiğin birinci yasası, izole edilmiş bir sistemin toplam enerjisinin sabit kaldığını belirtir. Bu durumda, sistem buzdolabındaki dört yiyecektir. Yiyecekler çevreden yalıtılmış olduğundan, toplam enerjileri sabit kalmalıdır.

Bir sistemin iç enerjisi, kinetik enerjisi ve potansiyel enerjisinin toplamıdır. Bir sistemin kinetik enerjisi hareketinin enerjisidir ve bir sistemin potansiyel enerjisi konumunun enerjisidir.

Yiyecekler hareket etmediği için kinetik enerjileri sabittir. Yiyeceklerin potansiyel enerjisi sıcaklıklarına bağlıdır. Yiyecekler buzdolabında soğudukça potansiyel enerjileri azalır.

Ancak, yiyeceklerin toplam enerjisi sabit kalmalıdır. Bu nedenle, potansiyel enerjideki azalma iç enerjideki artışla telafi edilmelidir.

Bu nedenle, dört yiyeceğin iç enerjisi sonunda eşit olmalıdır.

12.4. Ben (a) diyorum, açıklamamdan tamamen eminim.

Bard'ın yanıtı analiz edildiğinde, bu sohbet robotunun da ChatGPT-3.5'un yanıtlarında görülenlere benzer nedenlerle ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramları arasındaki ilişkilerde bazı zorluklar yaşadığı değerlendirilmiştir. Ardından, Bard ile derinlemesine bir görüşme yapılmıştır. Görüşme sırasında Bard'dan ısı, sıcaklık ve iç enerji kavramlarını ayrı ayrı tanımlaması istenmiştir. Bard'ın oluşturduğu yanıtlar Örnek 6'da verilmiştir.

**Örnek 6.** Bard'a Göre Isı, Sıcaklık ve İç Enerji Tanımları

**Isı:** Isı, ısı enerjisinin bir sistemden diğerine aktarılmasıdır. Joule (J) birimi ile ölçülebilir. İki sistem arasında transfer edilen ısı, iç enerjilerindeki farka eşittir.

**Sıcaklık:** Sıcaklık, bir sistemdeki taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin bir ölçüsüdür. Santigrat derece (°C) veya kelvin (K) birimleriyle ölçülür. Bir sistemin sıcaklığı, iç enerjisi ile doğru orantılıdır.

**İç Enerji:** İç enerji bir sistemin toplam enerjisidir. Sistemdeki taneciklerin kinetik enerjisi ve potansiyel enerjisinin toplamıdır. Bir sistemin iç enerjisi ısı transferi, iş veya kimyasal tepkimelerle değiştirilebilir.

ChatGPT-3.5'un yanıtları, bu üç kavram için Bard'ın tanımlarına kıyasla daha açık ve daha doğru bulunmuştur. Bard'ın tanımları bilimsel paradigmaya büyük ölçüde uygun olsa da, bazı ifadeleri belirsiz ve tartışmalı yargılar içermektedir. Bard'ın tanımına göre, "İki sistem arasında transfer edilen ısı, iç enerjilerindeki farka eşittir." Ancak bu tanım, yalnızca sistem iş yapmadığında veya sistem tarafından iş yapılmadığında geçerli olduğu için aşırı bir genellemedir. Benzer şekilde, Bard'ın "Bir sistemin sıcaklığı iç enerjisiyle doğru orantılıdır" tanımı da her zaman doğru değildir çünkü sıcaklık iç enerjiyle doğru orantılı bir nicelik değildir. Sıcaklık, iç enerjinin kinetik enerji alt bileşeninin bir ölçüsüdür çoğunlukla öteleme kinetik enerjisini bir ölçüsüdür. Örneğin, sıcaklığın iç enerjiyle doğru orantılı olduğunu söylemek bilimsel olarak doğru olmayacaktır. Çünkü mutlak sıfır sıcaklığındaki bir sistem, sıcaklığının sıfır olduğu tahmin edilmesine rağmen yine de iç enerjiye sahip olacaktır. Son olarak, ısı ve iş bir sistemin iç enerjisini değiştirmede etkili oldukları için iç enerji tanımına dahil edilebilirler, ancak kimyasal tepkimeler sistemin bir parçası oldukları için iç enerjiyi etkileyen üçüncü bir değişken olarak düşünülmemelidir. Termodinamiğin birinci yasasına göre, bir sistemin iç enerjisi iki faktöre bağlı olarak değişir: verilen ve alınan ısı ve sistem tarafından ya da sistem üzerinde yapılan

iş. Örnek 6'da gösterilen tanımları oluşturan Bard, bilimsel olarak doğru tanımlar kendisine sunulduğunda bunları kabul etmiştir. Ancak, bu kavramları belirli bir bağlamda uygulaması istendiğinde, Bard'ın yanıtlarında tutarsızlık gözlenmiştir.

ChatGPT-3.5'un kavramları tanımlarken Bard'a kıyasla daha kesin ifadeler kullanma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Ancak, her iki sohbet robotunun da kavramları bağlamsal olarak ilişkilendirme konusunda belirli bir düzeyde tutarsızlık sergilediği dikkate değerdir. Bilimsel kavramların anlamını açıklamada tutarlı olmalarına rağmen, birden fazla bilimsel kavramı kullanarak sonuç çıkarma, kavramları belirli bir bağlamda uygulama ve karmaşık akıl yürütmeyi gerçekleştirme konusunda yetersiz kalmışlardır.

Sohbet robotlarının yanıtlarının kavram yanlışları açısından analizi ilginç bir olguyu ortaya çıkarmıştır. Genel olarak, ChatGPT-4 en tutarlı bilimsel bilgiyi sağlamış olsa da, KDM'ler verildikten sonra hala kavram yanlışını (MC3) yansıtan yanıtlar oluşturan tek sohbet robotu olmuştur. Bu durum, LLM'inden veya öğrenmesi için verilen KDM'lerin etkisinden kaynaklanıyor olsa da, alanyazında kavram yanlışlarının iyileştirilmesinin zorluğuna ilişkin sonuçları da çağrıştırmaktadır (Taber, 2003). Bu nedenle, MC3 kavram yanlışını ele almak için bu sohbet robotu ile derinlemesine bir görüşme yapılmıştır. Soru 11'de şu sorulmuştur: "Kardeşi ile aynı evde kalan biri, sabah kahvaltısında biri sucuklu diğeri kaşarlı olmak üzere iki tane tost yapmıştır. Tost makinesinden aldığı her iki tostun sıcaklığının eşit olduğunu ölçmüştür. 5 dakika sonra her iki tostun ortama eşit miktarda ısı verdiği bilindiğine göre aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?" Beklenen yanıt, çevreye aynı miktarda ısı verdikleri için iç enerjilerindeki azalma miktarının her iki tost için de aynı olmasıdır. Ancak ChatGPT-4 ile yapılan görüşmede bu soruya verilen yanıt "Her iki tost da aynı sıcaklıkta olduğu için iç enerjileri aynıdır." şeklinde olmuştur. ChatGPT-4 hem iç enerjilerinin hem de sıcaklıklarının aynı olduğunu belirtmiştir. "Aynı sıcaklıktaki maddelerin iç enerjilerinin eşit olmak zorunda olmadığı" bilimsel bilgisi sunulduğunda, ChatGPT-4 bilgiyi kabul etmekle birlikte, bu kavramları kullanarak verilen soru bağlamında doğru sonuca ulaşamamıştır.

Daha önce de belirtildiği gibi, ChatGPT-3.5 ön testte MC5 ve MC6 olarak kategorize edilen yanıtlar vermiştir. ChatGPT-3.5'un, KDM'ler uygulandıktan sonra, MC5 kavram yanlışını tespit etmeye yönelik soruya verdiği yanıt bilimsel doğru olarak kategorize edilmiştir. Ancak, KDM'lerin uygulanmasının ardından ChatGPT-3.5'un daha önce MC6 kavram yanlışını olarak kategorize edilen yanıtı bilgi eksikliği olarak değişmiştir. Bu nedenle, sohbet robotu ile ek bir görüşme yapılmasına karar verilmiştir. Görüşmede MC6 kavram yanlışını ile ilgili şu soru sorulmuştur: "Soğuk bir kış gününde Abant gölünün üst tabakası buz tutmuştur. Sabahın ilk ışıklarının üzerine düşmesi ile Güneş'ten bir süre ısı aldığı bilinen buz tabakasının son durumu ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?" Beklenen yanıt, buz tabakasının iç enerjisinin artması gerektiğidir. Başlangıçta, sohbet robotu buz tabakasının kütlesinin azalacağı seçeneğini seçmiş ve bu yanlışlığı destekleyen bir açıklama yapmıştır. Kütlenin azalması için hiçbir neden olmadığına dair yeterli veri ve kanıt sunulduktan sonra, sohbet robotu Örnek 7'de gösterildiği gibi kesin bir açıklama yapamayacağını belirten bir yanıt vermiştir.

#### Örnek 7. ChatGPT-3.5'un Son Sohbet Yanıtı

Üzgünüm ama bu gibi fiziksel koşullar hakkında kesin bir açıklama yapamam. Buzun durumuyla ilgili birçok değişken ve faktör var. Durum hakkında belirli bilgi olmadan, tam olarak ne gibi değişikliklerin meydana gelebileceğini belirlemek zordur. Aklınızda belirli bir veri veya senaryo varsa, yardımcı olmaktan memnuniyet duyarım. Bununla birlikte, genel olarak konuşmak gerekirse, çeşitli faktörler buzun durumundaki değişiklikleri etkileyebilir.

ChatGPT-3.5, kanıt sunulduktan ve yanıt vermesi istendikten sonra yeni bir yanıt oluşturmamıştır. Bu şartıcı değildir, çünkü insan öğrencilere kıyasla LLM'lerin yeni fikirler üretme ve akıl yürütmede karşılaştırmalar yapma kapasitesi sınırlıdır (Talanquer, 2023).

Bard'ın yanıtları kavram yanlışları açısından dikkat çekicidir. Bu sohbet robotunun hem ön hem de son test verilerinde oluşturduğu yanıtlar bilimsel bilginin yanı sıra bilimsel olmayan ve belirsiz ifadeleri de içermesine rağmen, yanıtlarının hiçbirisi kesin olarak kavram yanlışlığı olarak sınıflandırılmamıştır. Hem ön hem de son test verilerinde Bard'ın yanıtları sırasıyla yaklaşık %50 ve %55 bilimsel doğru ve %30 ve %35 bilgi eksikliği içermektedir. KDM'lerden sonra Bard'ın yanıtlarında kısmi bir iyileşme olmasına rağmen, farklı aşamalara verdiği yanıtlardaki tutarsızlıklar devam etmiştir.

Sohbet robotlarının yanıtları değerlendirildiğinde, yalnızca ChatGPT-4'ün MC3 kavram yanlışlığını içeren bir yanıtın KDM'ler uygulandıktan sonra da sürdüğü görülmüştür. Bu sohbet robotlarının arkasındaki algoritmalar açıklanmadığı için, KDM'lerin kavram yanlışlıklarını içeren yanıtların iyileştirilmesine ne ölçüde katkıda bulunduğunu belirlemek zordur. Bununla birlikte, son test yanıtları bilimsel bilgiyle tutarlıdır ve yanlış yanıtların sayısı azalmıştır. Bu durum, KDM'lerin olumlu bir sonucu olabilir.

### Tartışma ve Sonuç

Araştırmalar, bilimsel bilginin yanı sıra, kavram yanlışları ve bilgi eksikliği gibi bilişsel yapıların akademik öğretim tamamlandıktan sonra bile öğrenenlerin zihninde kalıcı olabileceğini göstermiştir (Champagne vd., 1982; Driver ve Easley, 1978; Hammer, 1996). Sonuç olarak, öğrenciler kavram yanlışlarına yol açabilecek açıklamalara dayanarak bilimsel hatalar ve yanlış çıkarımlar yapabilirler. Bu çalışmada, ısı ve sıcaklık konusunda sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların alanyazında tanımlanan kavram yanlışlarıyla örtüşüp örtüşmediği ve bu yanıtların öğrencilerin yanıtlarıyla benzerliği durumu araştırılmıştır. Çelik'in (2022) ısı ve sıcaklıkla ilgili yedi kavram yanlışlığını iyileştirmede KDM'lerin etkisini araştıran çalışması, sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtlarda ortaya çıkabilecek kavram yanlışlarını ve KDM'lerin ısı ve sıcaklıkla ilgili sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtlar üzerindeki etkisini incelemek için önemli bir çerçeve sağlamıştır. Çelik (2022), öğretmen adaylarının yedi kavram yanlışlığının tamamına sahip olduğunu ve KDM'lerin bunlardan beşini (yani MC1, MC2, MC3, MC4 ve MC7) iyileştirmede başarılı olduğunu ve genel olarak önemli iyileştirmeler sağladığını bulmuştur.

Bu çalışmanın ön test sonuçları, sohbet robotları tarafından oluşturulan yanıtların kavram yanlışları içermesi açısından farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. ChatGPT-3.5'un ısı ve sıcaklık konusundaki yanıtları, alanyazında (Güneş, 2021) ve Çelik'in çalışmasında (2022) tanımlanan iki kavram yanlışlığıyla, özellikle MC5 ve MC6 kavram yanlışlıklarıyla benzerdir. Aynı şekilde, ChatGPT-4 tarafından oluşturulan yanıtlardan yalnızca biri kavram yanlışlığı olarak değerlendirilmiş ve bu yanıt, aynı kaynaklarda belirtilen MC3 kavram yanlışlığı ile benzerlik göstermiştir. Buna karşılık, Bard tarafından oluşturulan yanıtlar ısı ve sıcaklık konusunda herhangi bir kavram yanlışlığını doğrudan yansıtmamaktadır. Genel olarak, ön test sonuçları ChatGPT-3.5'un bilimsel bilgi ile uyumlu olması bakımından en az sayıda yanıt oluşturduğu, ChatGPT-4'ün ise bilimsel olarak doğru yanıtlarla daha fazla uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır. Bard tarafından oluşturulan yanıtlar, kavram yanlışlığı içermemesine rağmen, ChatGPT-4'e kıyasla daha yüksek oranda bilgi eksikliği yanıtları sergilemiştir. Üç sohbet robotu arasında gözlemlenen performans farklılıkları, yapısal ve tasarım özellikleriyle ilişkilendirilebilir. ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4, her ikisi de OpenAI'nin GPT modelini temel almakta olup, eğitim dönemlerinin ötesindeki bilgilere erişimi engelleyen bilgi kesintilerine sahip kapsamlı veri kümeleri üzerinde eğitilmiş LLM'lere dayanmaktadır. Daha güncel bir sürüm olan ChatGPT-4, yapısındaki ve eğitim veri setindeki iyileştirmeler nedeniyle metin anlama ve bağlamsal olarak doğru yanıtlar verme konusunda önemli gelişmeler sergilemektedir (OpenAI, 2023). Bu iyileştirmeler muhtemelen ChatGPT-3.5'a kıyasla bilimsel olarak doğru yanıtların daha yüksek oranda olmasına ve daha düşük kavram yanlışlığı içermesine katkıda bulunmaktadır. Buna karşılık, Google'ın Bard sohbet robotu, bilgi kesintisi kısıtlamaları olmaksızın yanıt üretmek için gerçek zamanlı web erişimini entegre eden farklı bir yaklaşım benimsemektedir (Caramancion, 2023). Bard'ın tasarımı bu çalışma kapsamında kavram yanlışlarından uzak yanıtlar oluşturmasını sağlasa da, ChatGPT-4'e kıyasla bilgi eksikliği olarak kategorize edilen yanıtların oranının daha yüksek olması, bağlamsal bilgiyi önceliklendirme ve işleme biçimindeki farklılıkları yansıtmaya olabilir.

Bu üç modelin, bu çalışmada kullanılan kavram yanlışlığı testi ve KDM'ler gibi istemlerden öğrenerek kavram yanlışlığı, yanlış nedenli doğru, doğru nedenli yanlış ve bilgi eksikliğini düzeltebilme konusundaki etkinliğini değerlendirmek önemlidir. Benzer modeller kullanan ChatGPT-3.5 ve 4 ile farklı bir modele dayanan Bard'ın oluşturduğu yanıtlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. ChatGPT'nin anında eğitilemediğini ve kullanıcı tarafından sağlanan istemlerden öğrenemediğini, Bard'ın ise daha hızlı güncelleme kapasitesi olduğunu belirttiğini, ancak bu ifadelerin kapsamının bu bağlamda spekülasyon kaldığı önemle vurgulanmalıdır. Bununla birlikte, yeterli süre ile istemlerin her iki modelin de öğrenmesini geliştirebileceği öngörülmüştür.

ChatGPT modelinin üretilen yanıtlarına katkıda bulunmak için istemler önemlidir. İstem ve istemin ifade edilme şekli, oluşturulan yanıtı etkileyebilir. ChatGPT kendi öğrenme süreci hakkında şunları belirtmektedir: "Yanıtlarım, lisanslı veriler, insan eğitmenler tarafından oluşturulan veriler ve son eğitim kesintime kadar kamuya açık verilerin bir karışımına dayalı olarak oluşturulur." ve "Yanıtlarımda bir düzeltme veya iyileştirme varsa, bunun nedeni ardışık sorularınızın doğası, daha fazla bağlam sağlama veya sorguyu iyileştirme olabilir, bu da eğitildiğim verilere dayanarak daha doğru bir yanıt oluşturmama olanak tanır." (OpenAI, 2023). Bu nedenle, sorular için farklı bağlamlar sağlamak, sohbet robotundan gelen yanlış yanıtları azaltmada etkili olabilir. Bu durum, sohbet robotu yanıtlarının iyileştirilmesinde istem mühendisliğinin önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Bard sohbet robotuyla etkileşimlerimize dayanarak, Bard'ın oluşturduğu yanıtlar istenen bilgilerle güncellenmede daha verimli ve kullanıcı geri bildirimlerine daha açık olabilir. Bard öğrenme süreci hakkında şu açıklamayı yapmıştır: "Her zaman yeni şeyler öğrenmeye ve ısı ve sıcaklık kavramları da dahil olmak üzere dünya hakkındaki anlayışımı geliştirmeye hevesliyim. Verilerimi güncellememe yardımcı olma teklifinizi takdir ediyorum" ve "İşte nasıl yardımcı olabileceğiniz: 1. Bilginizi paylaşın, 2. Belirli bilgi sağlayın, 3. Olası hataları belirtin ve 4. Ardışık soruları sorun." Bard ile yapılan görüşmelerden şu sonuçlar çıkarılmıştır: a) İstemler eğitim sistemi tarafından sürekli olarak depolanmakta ve analiz edilmektedir. b) Eğitim sistemi, istemler de dahil olmak üzere verilerdeki ilgili bilgileri ve kalıpları tanımlamakta ve bu bilgileri dahili bilgi tabanını güncellemek için kullanmaktadır. c) Bard'daki güncelleme süreci sürekli, ancak yanıtların istemleri yansıtmasından önceki süre, bilginin karmaşıklığı ve kavramla ilgili mevcut veri miktarı gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişebilir. Ancak bu çıkarımlar Bard'ın oluşturduğu açıklamaları temel almaktadır ve bu çalışmanın deneysel verilerine dayanmamaktadır.

Her biri farklı yanıt mekanizmalarına ve modellere sahip olan bu üç sohbet robotunun bu çalışmadaki istemlere verdikleri yanıtları nasıl geliştirdikleri belirsizdir çünkü her model hala bir kara kutudur. Ancak modellerin algoritmaları hakkında bazı genel bilgiler mevcuttur. Mevcut bilgilere dayanarak, ön ve son test verileri arasında kavram yanlışlığı, yanlış nedenli doğru, doğru nedenli yanlış ve bilgi eksikliğindeki değişikliklerin tek nedeni KDM'ler olmayabilir. Ancak, ISKYT verileri kendi sınırlılıkları içinde değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçların bu sohbet robotlarının model yapılarıyla uyumlu olduğu sonucuna varılabilir. Örneğin, ChatGPT-4, ChatGPT-3.5'a kıyasla daha geniş bir veri seti üzerinde eğitilmiş ve bunun sonucunda tutarlı ve bağlamla ilgili yanıtlar oluşturma becerisi artmıştır. Bu çalışma, üç sohbet robotu arasında ChatGPT-4'ün bilimsel paradigmaya uygun yanıtlar veren tek sohbet robotu olduğunu ortaya koymuştur. Üstün performansına rağmen, ön ve son test verileri hala MC3 olarak kodlanan kavram yanlışlığına ilişkin yanıtlar oluşturduğunu ve tutarlı olarak bu yanlışlığa dayalı yanıtlar oluşturduğunu göstermiştir. Ayrıca, ChatGPT-3.5'un performansı ön ve son test verileri arasında iyileşmiş, bilimsel olarak doğru yanıtların sayısı artarken, doğru nedenli yanlış ve bilgi eksikliği olarak kategorize edilen yanıtların sayısı azalmış ve kavram yanlışlıklarıyla ilişkili yanıtlar azalmıştır. Ancak her iki testte de tutarsız yanıtlar oluşturmuştur. Bilimsel olarak doğru yanıt sayısı bir artmasına rağmen Bard'ın oluşturduğu yanıtların da benzer şekilde tutarsız olduğu görülmüştür. Yanlış nedenli doğru yanıtlarının sayısı da bir artarken, doğru nedenli yanlış ve bilgi eksikliği yanıtlarının sayısı bir azalmıştır. Genel olarak, Bard'ın oluşturduğu yanıtlarda KDM'ler verildikten sonra bazı iyileşmeler gözlemlense de, bu iyileşme Chat GPT-3.5'un oluşturduğu yanıtlardaki kadar belirgin olmamıştır.

Bu bulgular, bu çalışmanın sonuçlarını bağlamsallaştırmak için gerekli olan model kapasiteleri (örneğin, eğitim kapsamı, algoritmik tasarım) ve yanıt tutarlılığı arasındaki farkları ortaya koymaktadır. Bu değişkenlik, fen eğitimi araştırmalarında öğrencilerin fikirlerinin tutarlılığı konusunda süregelen tartışmaları yansıtmaktadır. Bazı araştırmacılar öğrencilerin fikirlerinin parçalı ve bağlama bağımlı olduğunu savunurken (Clough ve Driver, 1986; diSessa, 1988; diSessa vd., 2004), bazıları da sistematik ve içsel olarak tutarlı olduklarını öne sürmüştür (Kuhn, 1996; Samarapungavan ve Wiers, 1997). Diğerleri ise bilgi kullanımının bağlamsal doğasını kabul ederek (Carey, 1999; Vosniadou, 1992) ve bakış açılarının bağlama göre değişebileceğini vurgulayarak (Linder, 1993; Mortimer, 1995; Ueno, 1993) ara görüşler önermiştir. Benzer şekilde, sohbet robotu yanıtlarında gözlemlenen değişkenlik, çıktılarını yorumlarken modele özgü özellikleri ve bağlamsal faktörleri dikkate almanın önemini vurgulamaktadır.

İnsan öğrenmesinin doğası, öğrenenin ön bilgilerinin etkisi nedeniyle bilimsel bilginin yanlış yorumlanmasına yol açarak anlamlı öğrenmeyi engelleyebilir (Ausubel, 1968). Çalışmamız, Çelik'in (2022) çalışmasındaki fizik öğretmen adayları gibi sohbet robotlarının da hatalı bilgi üretebileceğini göstermiştir. Fen eğitiminin temel amacı, bilimsel kavramların, uygulamaların ve doğal dünyanın derinlemesine anlaşılmasını teşvik etmektir ve bu da öğrencileri anlamlandırma sürecine dahil etmeyi gerektirir. Ford'a (2012) göre, fen eğitimi alanındaki uzmanlar tarafından kullanılan anlamlandırma süreci, tutarlılık oluşturmak için bireyin zihnindeki bilgileri yapılandırmayı ve eleştirmeyi içerir. Başarılı bir anlamlandırma, bilgi boşluklarını dolduran veya tutarsızlıkları gideren tutarlı bir açıklamaya yol açar (Ford, 2012; Odden ve Russ, 2019). Bu nedenle, derin öğrenme için oluşturulan fikirler arasında tutarlılık ve bütünlüğü sağlamak çok önemlidir. Sonuçlar, ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Bard'ın eğitim verileri ve tasarım parametreleri tarafından sınırlandırılan yanıtlar oluşturduğunu göstermiştir. ChatGPT-4'ün yanıtları bilimsel olarak doğru bilgilerle daha iyi bir uyum gösterse de, MC3 olarak kodlanan kavram yanılığını tutarlı olarak sürdürmesi, KDM'ler bağlamında, çelişen kavramları uzlaştırma yeteneğindeki sınırlamaları göstermektedir. Benzer şekilde, ChatGPT-3.5 tarafından oluşturulan yanıtlar tutarsızlıklar gösterirken, Bard'ın oluşturduğu yanıtlar kavram yanılıklarını içermemiş, ancak daha yüksek bilgi eksikliği yanıt yüzdesinin gösterdiği gibi bilimsel açıklamalardaki derinlikten yoksunluk göstermektedir. Sohbet robotlarının birden fazla bilimsel kavramı kullanarak sonuç çıkarma, kavramları gerçek dünya bağlamlarında uygulama ve bu tür uzman benzeri anlamlandırma süreçlerinde karmaşık akıl yürütme kapasitelerinde gözlemlenen sınırlamalar, insan öğrenenlerin derin anlayışa ulaşma potansiyelinin aksine, bu robotların tutarlılık oluşturma kapasitelerindeki eksiklikleri vurgulamaktadır (Hunter vd., 2021; Odden ve Russ, 2019; Sirnoorkar vd., 2024).

## Öneriler

Bu çalışmanın sınırlılıklarını göz önünde bulundurmak önemlidir. İlk olarak, sohbet robotları farklı LLM modellerine dayalı olabilir ve yanıtlarında iyileşmeler gözlemlenebilir, bir komut istemine girilen bilgilerin kendi LLM'lerine katkısı sınırlı olabilir. Sohbet robotları benzer LLM'ler kullansalar bile aynı sorulara farklı yanıtlar üretebilirler (örneğin, ChatGPT-3.5 ve ChatGPT-4'ün oluşturduğu yanıtlar). Ayrıca, bu çalışmada kullanılan KDM'ler sohbet robotunun oluşturduğu yanıtları iyileştirebilirken, LLM'lerin güncellenmesine katkıları bu çalışmanın kısa zaman dilimi içinde, özellikle ön test ve son test arasında sınırlı olabilir. Bireysel öğrenme genellikle bilişsel bir süreç olarak kabul edilir. Bu nedenle, sözlü veya yazılı ifade gibi davranışlar bilişsel öğrenmeyi tam olarak yansıtmayabilir. Davranış olarak kabul edilen sohbet robotunun oluşturduğu yanıtlar, sohbet robotlarının ne öğrendiğini tam olarak gösteremeyebilir. Sohbet robotu modelleri sık sık güncellenirse de, öğrenmeye işaret eden yanıtlarının değişebildiği görülmüştür. Aynı veya benzer sorulara verilen yanıtlardaki tutarlılık sohbet robotu öğrenmesinin bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Sohbet robotu öğrenmesini değerlendirmek için ısı ve sıcaklık gibi kavramlarla ilgili çok sayıda benzer soru istem olarak girilebilir. Bu sorulara verilen yanıtlar arasındaki ilişki analiz edilerek anlamlı bilgiler elde edilebilir. İkinci olarak, incelenen sohbet robotu yanıtları örneği, özellikle altta yatan teknolojiler ilerledikçe gelecekteki yanıtları yansıtmayabilir. Üçüncüsü, bu çalışma yalnızca üç sohbet robotuna



(ChatGPT-3.5, ChatGPT-4 ve Bard) odaklanmıştır, bu nedenle sonuçlar diğer sohbet robotlarına veya yapay zeka modellerine genellenemeyebilir. Dördüncüsü, bu çalışma, sohbet robotlarının karmaşık akıl yürütme ve kavramları gerçek dünya bağlamlarında uygulama konusunda zorlandıklarını gösterse de, bu konunun kendine özgü zorluklarını ve inceliklerini araştırmamıştır. İleride yapılacak çalışmalar, sohbet robotlarının öğrenmesi için hangi bağlamların daha etkili ve ikna edici olduğunu araştırabilir ve bunların etkisini öğrencilerinkiyle karşılaştırabilir. Bu bağlamlar öğretim materyali olarak da kullanılabilir. Bu çalışma, önceki araştırmalarla tutarlı olarak (Clark, 2023; Talanquer, 2023), sohbet robotu tarafından oluşturulan yanıtların kavram yanlışları ve tutarsızlıklar içerebileceğini ve karmaşık akıl yürütmelerden uzak olabileceğini göstermiştir. Buna rağmen, sohbet robotlarının öğretim ortamlarına entegre edilmesi öğrenme ortamlarını iyileştirme potansiyeline sahiptir (Chen vd., 2023). Sohbet robotları, fen eğitimcilerinin biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri tasarlarırken öğrencilerin akıl yürütmelerini derinlemesine incelemelerine, sorgulamalarına ve geliştirmelerine yardımcı olarak oldukça faydalı olabilir. Öğrencilerden, doğru bilgileri belirlemek ve kavram yanlışlarını ve hatalarını iyileştirmek için kavram yanlışları testlerine verilen sohbet robotu yanıtlarını değerlendirmeleri istenebilir. Sohbet robotları ayrıca çok çeşitli konularda açıklamalar ve netleştirmeler sağlayabilir, bu da onları öğrenciler için değerli çalışma arkadaşları haline getirebilir.

Bu çalışma, model yapıları, eğitim verileri ve KDM'lerin sohbet robotu yanıtlarını yönlendirmedeki potansiyel rolü gibi çeşitli unsurları dikkate almanın önemini vurgulamıştır. Bununla birlikte, komut istemi tasarımı ChatGPT-4 de dahil olmak üzere tüm sohbet robotları için önemini korumaktadır. ChatGPT-4, daha geniş eğitim veri seti ve gelişmiş performansı nedeniyle belirli üstünlüklere sahip olsa da, istem mühendisliği, sohbet robotu yanıtlarını yönlendirmede hala önemli bir rol oynamaktadır. Sohbet robotlarıyla etkileşim kurarken istem mühendisliği ve uygun sorular sormak çok önemlidir. Araştırmalar, sohbet robotlarının uygun istemlerle yönlendirildiklerinde amaca uygun yanıtlar verebildiğini ve ilgisiz yanıtlardan kaçınabildiğini göstermiştir (Ekin, 2023). Bu çalışmada, sohbet robotunun oluşturduğu yanıtları yönlendirmek için bir araç olarak KDM'lerin kullanılması, ChatGPT-4 hariç, istem tasarımının sohbet robotu yanıtlarını nasıl etkilediğini göstererek istem mühendisliğinin önemini açıkça vurgulamaktadır. Aslında, ChatGPT-4 ön ve son test verileri için tutarlı olarak yalnızca bir kavram yanlışlığı ve bilgi eksikliği içeren yanıtlar oluşturmuştur. KDM'ler bu konuda ikna edici olmayabilir. Eğitimciler, titizlikle hazırlanan istem tasarımına öncelik vererek, istemlerini öğretim hedefleriyle uyumlu hale getirerek ve açık ve net istemlerin hazırlanmasına zaman ayırarak fayda sağlayabilir. İstem tasarımı sayesinde eğitimciler, aktif öğrenci katılımını teşvik eden ve kavramsal anlayışı derinleştiren dinamik bir öğrenme ortamı yaratabilir. Eğitimciler, sohbet robotu yanıtlarını etkili bir şekilde yönlendirerek, öğrencilerin öğrenmesini desteklemek ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmek için teknolojiden yararlanabilir. Ayrıca, kullanıcılar, öğretim etkinliğini sağlamak için sohbet robotlarını amaçlarına uygun yanıtlar oluşturmaya yönlendiren istemleri formüle etme becerilerini geliştirmelidir. Aslında, öğretim uygulamalarının önemi, sohbet robotu etkileşimlerinin öğretimsel etkisini en üst düzeye çıkarmada ve nihayetinde öğrenci başarılarını iyileştirmede istem mühendisliğinin kritik rolünde yatmaktadır.

### **Bu Makalede Yapay Zeka Sohbet Robotlarının Kullanımına İlişkin Yorum**

Sohbet robotları, insan bilişsel süreçlerinden farklı olan algoritmalar ve veri işleme yoluyla çalışırken, sohbet robotlarını tipik öğrencilerle karşılaştırmak, bunların eğitim araçları olarak potansiyellerinin önemini vurgular ve insan öğrenmesini yansıtmaya kapasiteleri hakkında fikir verir. Ayrıca belirtmek isteriz ki "Bard" ismi başvurumuzdan sonra "Gemini" olarak değiştirilmiştir.

### **Teşekkür**

Yazarlar, Wisconsin Oshkosh Üniversitesinden emekli olan Prof. Dr. Michael E. BEETH'e makalenin hazırlanması sırasında değerli ve yapıcı geri bildirimlerinden dolayı şükranlarını sunarlar. Onur GÜNEŞ'e ise değerli geri bildirimleri için teşekkür ederiz.

## Kaynakça

- Alasadi, E. A., & Baiz, C. R. (2023). Generative AI in education and research: Opportunities, concerns, and solutions. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2965-2971. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00323>
- Allchin, D. (2023). Ten competencies for the science misinformation crisis. *Science Education*, 107(2), 261-274. <https://doi.org/10.1002/sce.21746>
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Aydoğan, S. Güneş, B., & Gülçiçek, C. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 111-124. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gefad/issue/6762/90969>
- Baker, T., & Smith, L. (2023). *Educ-AI-tion rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. Nesta. [https://media.nesta.org.uk/documents/Future\\_of\\_AI\\_and\\_education\\_v5\\_WEB.pdf](https://media.nesta.org.uk/documents/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf)
- Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). *Language models are few-shot learners*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Caramancion, K. M. (2023). *News verifiers showdown: A comparative performance evaluation of ChatGPT 3.5, ChatGPT 4.0, Bing AI, and Bard in news fact-checking*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2306.17176>
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. In E. Scholnick, K. Nelson, S. Gelman, & P. Miller (Eds.), *Conceptual development: Piaget's legacy* (pp. 293-326). Erlbaum.
- Chambers, S. K., & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 107-123. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199702\)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199702)34:2<107::AID-TEA2>3.0.CO;2-X)
- Champagne, A. B., Klopfer, L. E., & Gunstone, R. F. (1982). Cognitive research and the design of science instruction. *Educational Psychology*, 17(1), 31-53. <https://doi.org/10.1080/00461528209529242>
- Chen, Y., Jensen, S., Albert, L. J., Gupta, S., & Lee, T. (2023). Artificial intelligence (AI) student assistants in the classroom: Designing chatbots to support student success. *Information Systems Frontiers*, 25(1), 161-182. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10291-4>
- Chi, M. T. H. (1992). Conceptual change in and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science. In R. Giere (Ed.), *Cognitive models of science* (pp. 129-177). University of Minnesota Press.
- Clark, T. M. (2023). Investigating the use of an artificial intelligence chatbot with general chemistry exam questions. *Journal of Chemical Education*, 100(5), 1905-1916. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00027>
- Clough, E. E., & Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. *Science Education*, 70(4), 473-96. <https://doi.org/10.1002/sce.3730700412>
- Çelik, A. K. (2022). *Isı ve sıcaklık konusundaki kavram yanlışlarının iyileştirilmesinde kavramsal değişim metinlerinin etkisi*. (Thesis No. 771280) [Master's thesis, Gazi University]. Council of Higher Education National Thesis Center.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. Pufall (Eds.), *Constructivism in the computer age* (pp. 49-70). Lawrence Erlbaum Associates.
- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. 35-60). Routledge.

- diSessa, A. A., Gillespie, N., & Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28(6), 843-900. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog2806\\_1](https://doi.org/10.1207/s15516709cog2806_1)
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5(1), 61-84. <https://doi.org/10.1080/03057267808559857>
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203823583>
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688. <https://doi.org/10.1080/09500690305016>
- Ekin, S. (2023). *Prompt engineering for ChatGPT: A quick guide to techniques, tips, and best practices*. TechRxiv. <https://doi.org/10.36227/techrxiv.22683919>
- Exintaris, B., Karunaratne, N., & Yuriev, E. (2023). Metacognition and critical thinking: Using ChatGPT-generated responses as prompts for critique in a problem-solving workshop (SMARTCHEMPer). *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2972-2980. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00481>
- Fergus, S., Botha, M., & Ostovar, M. (2023). Evaluating academic answers generated using ChatGPT. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1672-1675. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00087>
- Ford, M. J. (2012). A dialogic account of sense-making in scientific argumentation and reasoning. *Cognition and Instruction*, 30(3), 207-245. <https://doi.org/10.1080/07370008.2012.689383>
- Gao, T., Fisch, A., & Chen, D. (2020). *Making pre-trained language models better few-shot learners*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.15723>
- Güneş, B. (2021). *Fizikte kavram yanlışları* (2nd ed.). Palme.
- Güneş, F. (2020). *Isı ve sıcaklık ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik dört aşamalı bir testin geliştirilerek uygulanması* (Thesis No. 624674) [Master's thesis, Gazi University]. Council of Higher Education National Thesis Center.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or p-prims: How may alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions. *The Journal of the Learning Sciences*, 5(2), 97-127. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls0502\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls0502_1)
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory. *The Physics Teacher*, 33(8), 504-506. <https://doi.org/10.1119/1.2344278>
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141-158. <https://doi.org/10.1119/1.2343497>
- Humphry, T., & Fuller, A. L. (2023). Potential ChatGPT use in undergraduate chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1434-1436. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00006>
- Hunter, K. H., Rodriguez, J. M. G., & Becker, N. M. (2021). Making sense of sensemaking: Using the sensemaking epistemic game to investigate student discourse during a collaborative gas law activity. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(2), 328-346. <https://doi.org/10.1039/D0RP00290A>
- Hynd, C., & Alvermann, D. E. (1986). The role of refutation text in overcoming difficulty with science concepts. *Journal of Reading*, 29(5), 440-446. <https://www.jstor.org/stable/40025804>
- Kuhn, T. S. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3rd ed.). University of Chicago Press.
- Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: Systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00426-1>
- Leite, L. (1999). Heat and temperature: An analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, 22(1), 75-88. <https://doi.org/10.1080/0261976990220106>

- Linder, C. J. (1993). A challenge to conceptual change. *Science Education*, 77(3), 293-300. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770304>
- Liu, P., Yuan, W., Fu, J., Jiang, Z., Hayashi, H., & Neubig, G. (2023). Pre-train, prompt, and predict: A systematic survey of prompting methods in natural language processing. *ACM Computing Surveys*, 55(9), 1-35. <https://doi.org/10.1145/3560815>
- Mortimer, E. F. (1995). Conceptual change or conceptual profile change?. *Science & Education*, (4), 267-285. <https://doi.org/10.1007/BF00486624>
- Odden, T. O. B., & Russ, R. S. (2019). Defining sensemaking: Bringing clarity to a fragmented theoretical construct. *Science Education*, 103(1), 187-205. <https://doi.org/10.1002/sce.21452>
- O'Dea, X. C., & O'Dea, M. (2023). Is artificial intelligence really the next big thing in learning and teaching in higher education? A conceptual paper. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(5), 4. <https://doi.org/10.53761/1.20.5.05>
- OpenAI. (2023). *ChatGPT* [A language model developed by OpenAI]. <https://openai.com/chatgpt>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227. <https://doi.org/10.1002/sce.3730660207>
- Ramos, C., Augusto, J. C., & Shapiro, D. (2008). Ambient intelligence - the next step for artificial intelligence. *IEEE Intelligent Systems*, 23(2), 15-18. <https://doi.org/10.1109/mis.2008.19>
- Reynolds, L., & McDonell, K. (2021). *Prompt programming for large language models: Beyond the few-shot paradigm*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.07350>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). War of the chatbots: Bard, Bing Chat, ChatGPT, Ernie and beyond. The new AI gold rush and its impact on higher education. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 364-389. <https://doi.org/0.37074/jalt.2023.6.1.23>
- Sartika, F., Ritonga, M., Lahmi, A., Rasyid, A., & Febriani, S. R. (2021). Online learning in the low Internet area, planning, strategies and problems faced by students during the Covid-19 period. In D. Oliva, S. A. Hassan, & A. Mohamed (Eds.), *Artificial intelligence for COVID-19* (pp. 413-421). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69744-0\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69744-0_23)
- Samarapungavan, A., & Wiers, R. W. (1997). Children's thoughts on the origin of species: A study of explanatory coherence. *Cognitive Science*, 21(2), 147-177. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0364-0213\(99\)80021-4](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0364-0213(99)80021-4)
- Sirnoorkar, A., Zollman, D., Laverty, J. T., Magana, A. J., Rebello, S., & Bryan, L. A. (2024). *Student and AI responses to physics problems examined through the lenses of sensemaking and mechanistic reasoning*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.00627>
- Taber, K. S. (2003). Understanding ionisation energy: Physical, chemical and alternative conceptions. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(2), 155-156. <https://doi.org/10.1039/B3RP90010J>
- Talanquer, V. (2023). Interview with the chatbot: How does it reason?. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2821-2824. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00472>
- Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, 4(1), 71-87. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90019-1](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90019-1)
- Ueno, N. (1993). Reconsidering p-prims theory from the viewpoint of situated cognition. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 239-248. <https://doi.org/10.1080/07370008.1985.9649010>
- Vosniadou, S. (1992). Knowledge acquisition and conceptual change. *Applied Psychology*, 41(4), 347-357. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1992.tb00711.x>
- Wang, T., & Andre, T. (1991). Conceptual change text versus traditional text and application questions versus no questions in learning about electricity. *Contemporary Educational Psychology*, 16(2), 103-116. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(91\)90031-F](https://doi.org/10.1016/0361-476X(91)90031-F)

- Whalley, B., France, D., Park, J., Mauchline, A., & Welsh, K. (2021). Towards flexible personalized learning and the future educational system in the fourth industrial revolution in the wake of Covid-19. *Higher Education Pedagogies*, 6(1), 79-99. <https://doi.org/10.1080/23752696.2021.1883458>
- Zawacki-Richter, O., Marın, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education-where are the educators?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

## EK

**Isı ve Sıcaklık Dört Aşamalı Kavram Yanılgısı Testi (ISKYT)**

ISKYT, Türkçe olarak geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

**1.1.** Ali ve Ömer soğuk bir kış gününde kayak yapmak için dışarı çıkmıştır. Dışarıda yeterince beklemiş olan kızaklardan; Ali'nin kızıağı tahtadan, Ömer'in kızıağı ise metalden yapılmıştır. Ali kızıağı ile sorunsuz bir şekilde kayarken, Ömer kaymak için kızıağı dokunduğunda elinin metale yapıştığını düşünür ve daha soğuk hisseder. Ömer'in böyle hissetmesinin temel nedeni olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Ömer'in elinden metal kızıağı birim zamanda aktarılan enerji, Ali'nin tahta kızıağı aktardığından daha fazladır.
- B) Metal kızıağın sıcaklığı tahta kızıağın sıcaklığından daha düşüktür.
- C) Tahta kızıağın sıcaklığı metal kızıağın sıcaklığından daha yüksektir.
- D) Metal kızıağın öz ısısı tahta kızıağın öz ısısından daha yüksektir.
- E) Ali'nin elinden tahta kızıağı birim zamanda aktarılan enerji, Ömer'in metal kızıağı aktardığından daha fazladır.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

**1.2.** Sorunun yukarıdaki 1.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**1.3.** Sorunun yukarıdaki 1.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir? Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

.....

.....

.....

**1.4.** Sorunun yukarıdaki 1.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**2.1** Meraklı bir öğrenci olan Ayşe, başlangıç sıcaklığı 60 °C olan bir çaydanlık suyu buzdolabına koyar ve her 10 dakika da bir sıcaklığını ölçer. Ölçüm sonuçlarını aşağıdaki tabloya yazar.

Süre (dk)	Suyun Sıcaklığı (°C)
0	60
10	48
20	40
30	30
40	25

Bu tabloya göre suyun sıcaklık değişimi ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) 30 dakika içerisinde suyun sıcaklığı yarıya inmiştir.  
 B) 40 dakika içerisinde suyun sıcaklık değişimi 35 °C' dir.  
 C) Ölçüm sonunda suyun sıcaklığı, başlangıç sıcaklığının yarısından daha da küçüktür.  
 D) Ölçüm sonunda buzdolabı suya ısı aktarmıştır.  
 E) 50 dakika sonunda ölçüm yapılsaydı suyun sıcaklığı üçte birine inecekti.  
 F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
 .....

**2.2.** Sorunun yukarıdaki 2.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim  
 b) Eminim  
 c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum  
 d) Emin değilim  
 e) Kesinlikle emin değilim

**2.3.** Sorunun yukarıdaki 2.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

.....  
 .....

**2.4.** Sorunun yukarıdaki 2.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim  
 b) Eminim  
 c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum  
 d) Emin değilim  
 e) Kesinlikle emin değilim

**3.1** Buse, özdeş iki alüminyum tencereden birine 500 mL su, diğerine 500 mL süt koyarak ocağın üzerinde 5 dakika ısıtmıştır. Başlangıçta oda sıcaklığında bulunan eşit hacimdeki suyun ve sütün, 5 dakika boyunca ocaktan aynı miktar ısı aldığı bilindiğine göre aşağıdakilerden hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) Kütleleri aynıdır.
- B) İç enerjileri aynıdır.
- C) Sıcaklık değişimleri aynıdır.
- D) İç enerji değişimleri aynıdır.
- E) Isı sığaları aynıdır.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

**3.2.** Sorunun yukarıdaki 3.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**3.3.** Sorunun yukarıdaki 3.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**3.4.** Sorunun yukarıdaki 3.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**4.1** Zeynep okuldan gelir gelmez her ikisinin de başlangıç sıcaklığı 20 °C olan içinde 0,5 L saf su bulunan küçük su şişesi ile 1,5 L saf su bulunan büyük su şişesini buzdolabına yerleştiriyor. Yeterince zaman geçtikten sonra buzdolabını açıyor ve her iki suyun sıcaklığının 4 °C'ye indiğini görüyor. Buna göre buzdolabındaki sıcaklık değişim sürecinde aşağıdaki yargılardan hangisi doğrudur?

- A) Küçük şişedeki suyun verdiği ısı daha büyüktür.
- B) Küçük şişedeki suyun verdiği ısı daha küçüktür.
- C) Her iki şişedeki suların iç enerji değişimleri aynıdır.
- D) Küçük şişedeki suyun sıcaklık değişimi daha küçüktür.
- E) Büyük şişedeki suyun sıcaklık değişimi daha büyüktür.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

.....



**4.2.** Sorunun yukarıdaki 4.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**4.3.** Sorunun yukarıdaki 4.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**4.4.** Sorunun yukarıdaki 4.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**5.1** Ali okul çıkışı eve geldiğinde annesinin mutfakta yemek yaptığını görür. Ali'nin çok üşüdüğünü fark eden annesi, yeni pişirdiği çorbadan küçük bir kâseye koyarak ona verir. Ali, 60 °C sıcaklığındaki çorbayı sıcak bulduğu için içemez. Buzdolabında bulunan 4 °C sıcaklığındaki limon suyunu alır ve çorbaya bolca ilave eder. Böylece çorbayı rahatlıkla içer. Ali'nin içebildiği çorbanın sıcaklığı aşağıda verilenlerden hangisi olabilir?

- A) 64 °C
- B) -64 °C
- C) 0 °C
- D) 50 °C
- E) -50 °C
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz): .....
- .....

**5.2.** Sorunun yukarıdaki 5.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**5.3.** Sorunun yukarıdaki 5.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**5.4.** Sorunun yukarıdaki 5.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**6.1** Bir maddenin ısı alışverişini belirlemede  $Q=mc\Delta T$  eşitliği kullanılabilir. Burada Q alınıp-verilen ısı, m ısı alışverişini yapan maddenin kütlesi, c bu maddenin öz ısısı,  $\Delta T$  ise bu maddenin sıcaklık değişimidir. Aşağıdaki yargılardan hangisi bu ifadeyi en iyi şekilde açıklamaktadır?

- A) Isı alan her maddenin sıcaklığı artar.
- B) Isı veren her maddenin sıcaklığı azalır.
- C) Sıcaklık farkı ısı alışverişine neden olur.
- D) Bir madde başka bir maddeden ısı aldığı aralarında sıcaklık farkı artar.
- E) Bir madde başka bir maddeye ısı verdiği aralarında sıcaklık farkı artar.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

.....

**6.2.** Sorunun yukarıdaki 6.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**6.3.** Sorunun yukarıdaki 6.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**6.4.** Sorunun yukarıdaki 6.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**7.1** Bir maddenin sıcaklık farkından dolayı aldığı veya verdiği enerjiye ne ad verilir?

- A) Kinetik enerji
- B) Sıcaklık
- C) İç enerji
- D) Isı sığası
- E) Isı
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

**7.2.** Sorunun yukarıdaki 7.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**7.3.** Sorunun yukarıdaki 7.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**7.4.** Sorunun yukarıdaki 7.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**8.1** Yazlık giysilerde genelde pamuk tercih edilirken, kışlık giysilerde yün tercih edilir. Bu bilgiye göre, kış aylarında yünlü giysilerin tercih edilmesinin temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Vücut sıcaklığını artırır.
- B) Vücudun iç enerjisini artırır.
- C) Ortamın sıcaklığını artırır.
- D) Vücudun ısı kaybını azaltır.
- E) Ortamın iç enerjisini artırır.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

**8.2.** Sorunun yukarıdaki 8.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**8.3.** Sorunun yukarıdaki 8.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**8.4.** Sorunun yukarıdaki 8.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**9.1** Kar tatilinde Uludağ'a giden Ezgi gün boyu kayak yapar ve çok üşür. Akşam ısınmak için hayatında ilk kez kaldığı otelin saunasına girer. Sıcaklığı 80 °C olmasına rağmen saunadaki ahşap basamaklara rahatlıkla oturabildiğine sevinir. Parmağı ile ahşap basamağı tutturmakta kullanılan çiviye dokunduğunda ise parmak derisinin çiviye neredeyse yapıştığını hisseder ve canı acır. Ezgi'nin ahşaba dokunduğunda rahatsız olmamasına rağmen, metal çiviye dokunduğunda parmak derisinin yapışmasının temel nedeni ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Birim zamanda çividen parmağa aktarılan enerji, ahşaba göre daha fazladır.
- B) Birim zamanda ahşaptan parmağa aktarılan enerji, çiviye göre daha fazladır.
- C) Ahşabın sıcaklığı daha düşüktür.
- D) Çivinin sıcaklığı daha yüksektir.
- E) Çivinin öz ısısı daha yüksektir.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

.....

**9.2.** Sorunun yukarıdaki 9.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**9.3.** Sorunun yukarıdaki 9.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**9.4.** Sorunun yukarıdaki 9.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**10.1** Herhangi bir şehirde yapılan ölçümlerde hava sıcaklığı kar yağdığı zaman ortalama 0 °C'dir. Kar yağdıktan sonra açık havada ortalama sıcaklık -4 °C'ye düşebilmektedir. Güneşli günlerde ise ortalama sıcaklık 10 °C olabilmektedir. Buna göre bu şehirdeki hava sıcaklıkları ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Bu şehirde açık havada ortalama hava sıcaklığı, kar yağdığı günlere göre 4 kat düşüktür.
- B) Güneşli günlerde ortalama hava sıcaklığı, kar yağdığı günlere göre 10 kat yüksektir.
- C) Güneşli günlerde ortalama hava sıcaklığı, açık havanın olduğu günlere göre 14 kat yüksektir.
- D) Kar yağdığı zamanlarda ortalama hava sıcaklığı, açık havaya göre 4 °C daha yüksektir.
- E) Güneşli günlerde ortalama hava sıcaklığı, açık havaya göre 6 °C daha yüksektir.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
 .....

**10.2.** Sorunun yukarıdaki 10.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**10.3.** Sorunun yukarıdaki 10.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**10.4.** Sorunun yukarıdaki 10.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**11.1** Kardeşi ile aynı evde kalan Fatma, sabah kahvaltısında biri sucuklu diğeri kaşarlı olmak üzere iki tane tost yapmıştır. Tost makinesinden aldığı her iki tostun sıcaklığının eşit olduğunu ölçmüştür. 5 dakika sonra her iki tostun ortama eşit miktarda ısı verdiği bilindiğine göre aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) İç enerjileri aynıdır.
- B) Isı sığaları aynıdır.
- C) Kütleleri aynıdır.
- D) Sıcaklık değişimleri aynıdır.
- E) Sıcaklık değişimleri aynıdır.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
 .....

**11.2.** Sorunun yukarıdaki 11.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**11.3.** Sorunun yukarıdaki 11.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**11.4.** Sorunun yukarıdaki 11.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**12.1** Bir evin buzdolabında farklı zamanlarda alınmış, farklı miktarlarda peynir, zeytin, yumurta ve elma bulunmaktadır. Bu yiyecekler uzun süre buzdolabında bekletildikten sonra birbirleriyle ve ortamla ısı alışverişi kesilmiştir. Son durumda bu yiyeceklerin hangi niceliği kesinlikle birbirine eşittir?

- A) Ortamdan aldıkları ısı
- B) Ortama verdikleri ısı
- C) Sıcaklıkları
- D) İç enerjileri
- E) Buzdolabına konulduktan sonraki sıcaklık değişimleri
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

**12.2.** Sorunun yukarıdaki 12.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**12.3.** Sorunun yukarıdaki 12.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

.....

.....

.....

**12.4.** Sorunun yukarıdaki 12.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**13.1** Sınıfta öğretmen öğrencilerine “Çaydanlıkta kaynatılan 90 °C sıcaklıktaki 1 L sıcak su ile buzdolabında bekletilen 10 °C sıcaklıktaki 1 L suyu karıştırdığımızda karışımın son sıcaklığı kaç derece olur?” sorusunu yönlendirmiştir. Bu soru için aşağıdaki öğrencilerden hangisinin karışımın son sıcaklığı ile ilgili cevabı ve gerekçesi bilimsel olarak doğrudur?

A) *Ayşe*: Sıcak olan suyun sıcaklığından, soğuk olan suyun sıcaklığını çıkarmamız gerektiğinden 80 °C’dir.

B) *Büşra*: Her iki suyun sıcaklığını toplamamız gerektiğinden 100 °C’dir.

C) *Can*: Sıcak olan suyun sıcaklığını, soğuk olan suyun sıcaklığına bölmemiz gerektiğinden 9 °C’dir.

D) *Damla*: Sıcak olan suyun verdiği ısı, soğuk olan suyun aldığı ısıya eşit olması gerektiğinden 50 °C’dir.

E) *Ela*: Her iki suyunda kütlesi eşit olduğundan 0 °C’dir.

F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
.....

**13.2.** Sorunun yukarıdaki 13.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

a) Kesinlikle eminim

b) Eminim

c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum

d) Emin değilim

e) Kesinlikle emin değilim

**13.3.** Sorunun yukarıdaki 13.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**13.4.** Sorunun yukarıdaki 13.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

a) Kesinlikle eminim

b) Eminim

c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum

d) Emin değilim

e) Kesinlikle emin değilim



**14.1** Soğuk bir kış gününde Abant gölünün üst tabakası buz tutmuştur. Sabahın ilk ışıklarının üzerine düşmesi ile Güneş'ten bir süre ısı aldığı bilinen buz tabakasının son durumu ile ilgili aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) İç enerjisi artmıştır.
  - B) Sıcaklığı artmıştır.
  - C) Yoğunluğu azalmıştır.
  - D) Kütle azalmıştır.
  - E) Buz halinden sıvı hale dönüşmüştür.
  - F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....
- .....

**14.2.** Sorunun yukarıdaki 14.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**14.3.** Sorunun yukarıdaki 14.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

.....

.....

.....

**14.4.** Sorunun yukarıdaki 14.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**15.1** Bir kıyafet firması, hava sıcaklığının 7-10 °C'ye ulaştığı zamanlarda dağ yürüyüşüne uygun olduğunu söyleyerek satışa çıkardığı yelek için açıklama kısmına "Dokusundan dolayı kazandığı hacim sayesinde havayı hapsedme işlevi görür. Hapsedilen hava, sahip olduğu doğal yalıtım özelliği sayesinde vücudu sıcak tutar." bilgisini yazmıştır. Bu açıklama doğru ise yeleğin yürüyüşçüleri sıcak tutmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Havanın sıcaklığını artırır.
  - B) Vücudun iç enerjisini artırır.
  - C) Vücudun ısı kaybını azaltır.
  - D) Vücudun sıcaklığını artırır.
  - E) Havanın iç enerjisini artırır.
  - F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....
- .....

**15.2.** Sorunun yukarıdaki 15.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**15.3.** Sorunun yukarıdaki 15.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**15.4.** Sorunun yukarıdaki 15.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**16.1** Bir maddenin taneciklerinin ortalama öteleme kinetik enerjisinin göstergesi, aşağıdakilerden hangi kavram ile açıklanır?

- A) Isı
- B) Sıcaklık
- C) Öz ısı
- D) İç enerji
- E) Kinetik enerji
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
.....

**16.2.** Sorunun yukarıdaki 16.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**16.3.** Sorunun yukarıdaki 16.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**16.4.** Sorunun yukarıdaki 16.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**17.1** Sıcaklığı -20 °C soğuk havada işine gitmekte olan Ali, sabaha kadar dışarıda beklemiş olan arabasının metal kaportasına sağ eliyle dokunduğunda derisinin yapıştığını hissediyor. Bu kez korkarak plastik kapının koluna sol eliyle dokunduğunda kapıyı rahatlıkla açar. Bu durumun temel nedeni ile ilgili aşağıda verilen bilgilerden hangisi doğrudur?

- A) Birim zamanda sağ elden metale aktarılan enerji, sol elden plastiğe aktarılanlara göre daha fazladır.
- B) Metalin sıcaklığı daha düşüktür.
- C) Sağ elin ısı iletim hızı, sol ele göre daha düşüktür.
- D) Birim zamanda plastikten sol eline aktarılan enerji, metalden sağ ele aktarılanlara göre daha fazladır.
- E) Plastiğin sıcaklığı daha yüksektir.
- F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....

**17.2.** Sorunun yukarıdaki 17.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**17.3.** Sorunun yukarıdaki 17.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**17.4.** Sorunun yukarıdaki 17.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**18.1** Ayşe, marketten aldığı ve başlangıç sıcaklıkları aynı olan birer kutu peynir ve zeytini buzdolabına yerleştirip yarım saat bekletmiştir. Buzdolabına yerleştirilen peynir ve zeytin kutularının buzdolabına eşit miktarda ısı verdiği bilindiğine göre, bu süre sonunda hangi nicelikleri kesinlikle aynıdır?

- A) Isı sığaları
  - B) Kütleleri
  - C) İç enerji değişimleri
  - D) Sıcaklıkları
  - E) İç enerjileri
  - F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....
- .....

**18.2.** Sorunun yukarıdaki 18.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**18.3.** Sorunun yukarıdaki 18.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

.....

.....

.....

**18.4.** Sorunun yukarıdaki 18.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığını bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**19.1** Ayran yapımında kullanılacak olan ayran kabı ile yoğurt ve su buzdolabında yeterince bekletilerek her birinin sıcaklığının 4 °C olması sağlanıyor. Bu kaba, 100 g yoğurt ve 100 g su katılarak ayran elde ediliyor. Bu kap, yoğurt ve su üçlüsünün dışarı ile ısı alışverişi olmadığına göre ayranın son sıcaklığı kaç °C olur?

- A) 8  
 B) 1  
 C) 0  
 D) 16  
 E) 4  
 F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
 .....

**19.2.** Sorunun yukarıdaki 19.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim  
 b) Eminim  
 c) Emin olup olmadığını bilmiyorum  
 d) Emin değilim  
 e) Kesinlikle emin değilim

**19.3.** Sorunun yukarıdaki 19.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gereçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

.....  
 .....

**19.4.** Sorunun yukarıdaki 19.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gereççe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim  
 b) Eminim  
 c) Emin olup olmadığını bilmiyorum  
 d) Emin değilim  
 e) Kesinlikle emin değilim

**20.1** Aşırı soğuklardan korunmak için yünlü giysiler tercih edilir. Yünlü giysilerin tercih edilme nedeni aşağıdaki eylemlerden hangisiyle daha benzerdir?

- A) Evlerde ısı kaybını önlemek için pencerelerde çift cam kullanılması.  
 B) Yollarda buzlanmayı önlemek için tuz atılması.  
 C) Soğukta üşüyen ellerin sobada ısıtılması.  
 D) Soğuk havalarda koyu renkli giysilerin tercih edilmesi.  
 E) Aşırı soğuk havalarda derinin zarar görmemesi için araba ve kapı kollarının plastik malzemelerden yapılması.  
 F) Diğer (Lütfen belirtiniz):.....  
 .....

**20.2.** Sorunun yukarıdaki 20.1. aşamasına verdiğiniz cevaptan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim

**20.3.** Sorunun yukarıdaki 20.1. aşamasına verdiğiniz cevabın bilimsel nedeni/gerekçesi nedir?

Lütfen kendi cümlelerinizle açıklayınız.

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

**20.4.** Sorunun yukarıdaki 20.3. aşamasında belirttiğiniz neden/gerekçe açıklamanızdan ne kadar eminsiniz?

- a) Kesinlikle eminim
- b) Eminim
- c) Emin olup olmadığımı bilmiyorum
- d) Emin değilim
- e) Kesinlikle emin değilim