

Fikir Geliştirme Laboratuvarı: Şeffaf, Güvenilir ve Disiplinlerarası Bir Model

Araştırma Makalesi/Research Article

 Savaş TAKAN^{1*},  Duygu ERGÜN^{2*}

¹Yapay Zeka ve Veri Mühendisliği Bölümü, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye

²Güzel Sanatlar Ortak Dersler Bölümü, Atılım Üniversitesi, Ankara, Türkiye

stakan@ankara.edu.tr, duygu.ergun@atilim.edu.tr

(Geliş/Received:05.10.2022; Kabul/Accepted:29.03.2023)

DOI: 10.17671/gazibtd.1184672

Özet— Disiplinlerarası çalışmalarda öğrenme ve uygulama döngüsü oldukça önemlidir. Teknoloji transfer ofisleri ve teknokentler, tam da bu öğrenme ve uygulama döngüsünü sağlamak için hayata geçirilmiş organizasyonel yapılardır. Ancak teknoloji transfer ofisleri ve teknokentler, fikir üretiminden ziyade, üretilmiş fikirlerin uygulama alanları olarak hayata geçirilmiştir. Dolayısıyla teknoloji transfer ofisleri ve teknokentlerin bir ön basamağı olarak düşünülebilecek, fikir üretimine ve geliştirilmesine odaklanan bir mekanizmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Toplumsal ihtiyaçlar ve sorunların çözümüne yönelik yenilikçi fikirlerin üretilmesinde akademisyenler, öğrenciler, sektörel aktörler ve toplum birbirlerinden kopuk olduğundan, sistematik bir zeminde bir araya gelememektedir. Bu durum, yenilikçi fikirlerin rassal, bireysel ve yetersiz bir şekilde geliştirilmesine, fikirlerin korunamamasına ve dolayısıyla zaman ve maliyet kayıplarına neden olmaktadır. Çalışmamızda, söz konusu problemlerin çözümüne yönelik, yenilikçi fikirlerin üretilmesi, takibi ve korunmasına odaklanarak akademisyenleri, öğrencileri ve çeşitli sektörel, toplumsal aktörleri bir araya getiren, fikrin üretildiği andan projeye dönüştürülmesi sürecinde tüm bu unsurların disiplinlerarası şekilde çalışabileceği yeni bir fikir laboratuvarı modeli önerilmiştir. Önerdiğimiz model, fikirlerin korunumu, tartışılması ve takibine yönelik şeffaflığın sağlanabilmesi amacıyla, blok zincirinin veri yapısından esinlenilerek geliştirdiğimiz ve Etiket adını verdiğimiz yeni bir veri yapısı üzerine inşa edilmiştir. Geliştirdiğimiz veri yapısı sayesinde, fikirlerin korunması, geliştirilmesi ve takibinin yanı sıra mantıksal ilişkilerin yaratılabilirdiği güvenilir bir tartışma ortamı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler— disiplinlerarası çalışmalar, bilişim iletişimi, blok zinciri, üniversite eğitim modeli, fikir laboratuvarı

A Transparent, Reliable, and Interdisciplinary Model for the Idea Development Laboratory

Abstract— The learning and application cycle is essential in interdisciplinary studies. Technology transfer offices and Technopolises are organizational structures implemented precisely to ensure this learning and application cycle. However, Technology Transfer Offices and Technopolises have been implemented as application areas for ideas rather than idea generation. Therefore, there is a need for a mechanism that can be considered a preliminary step of technology transfer offices and technopolises, focusing on idea generation and development. Since academics, students, sectoral actors, and society are disconnected from each other in generating innovative ideas to solve social needs and problems, they need to unite systematically. This leads to stochastic, individual, inadequate development of innovative ideas, lack of protection, and thus loss of time and cost. In our study, we propose a new idea laboratory model for solving these problems, focusing on the generation, follow-up, and protection of innovative ideas, bringing together academics, students, and various sectoral and social actors, where all these elements can work in an interdisciplinary manner from the moment the idea is generated to its transformation into a project. The model we propose is built on a new data structure that we call Tag, inspired by the data structure of the blockchain, to ensure transparency for the protection, discussion, and follow-up of ideas. Thanks to the data structure we have developed, we have achieved a reliable discussion environment where logical relationships can be created as well as the protection, development, and tracking of ideas.

Keywords— interdisciplinary studies, informatics communication, blockchain, university education model, idea laboratory

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

1972'deki OECD konferansının disiplinlerarasılık için beş itici güç belirlemesinden bu yana [1], yükseköğretimdeki kurumsal yapıların disiplinlerarası araştırma ve eğitimin gelişmesinde çok önemli olduğu kabul edilmiştir. Disiplinlerarası çalışmalar, belirli disiplinler bağlamında eğitilmiş araştırmacılar için yalnızca bilişsel veya epistemolojik bir zorluk değil, aynı zamanda disiplinler arası faaliyetlerin geliştirildiği kurumlar için örgütsel bir zorluktur [2]. Üniversiteler, bu tür gelişmeler için özellikle ilginç bir ortamı temsil etmektedir; çünkü bu kurumlar aynı anda hem geleneğin koruyucuları hem de deney alanlarıdır [3]. Üniversite, disiplinler bilginin üretildiği ve yeniden üretildiği geleneksel yer olduğundan, disiplinlerarasılık tartışılırken bu gerilim belirginleşir [4]. Öte yandan, yeni bilgi üretim yollarına izin verebilecek kavramsal ve organizasyonel yenilikler üretmek için yeterli özgürlüğe ve özerkliğe sahip bir yerdir [5]. Üniversitelerin dönüşümleri hem organizasyon düzeyinde hem de araştırma düzeyinde disiplinlerarasılık gibi işbirlikçi yaklaşımları gerektirmektedir. Ancak, bu değişikliklere rehberlik edecek evrensel bir genel veya hazır model bulunmamaktadır [4]. Yine de bu işbirlikçi araştırma yaklaşımlarına içgörü sağlayan, ancak aynı zamanda hem epistemik hem de kurumsal düzeylerdeki zorlukları ve engelleri vurgulayan disiplinlerarasılık uygulamaları hakkında büyüyen bir literatür bulunmaktadır [6].

Disiplinlerarası çalışmalarda öğrenme ve uygulama döngüsü oldukça önemlidir [7]. Bu döngü, yetenekli insan kaynakları yetiştirmek, yeniliği beslemek ve rekabet gücünü artırmak adına öğrenen bir organizasyon olmayı gerektirir. Öğrenen organizasyon, yeni teknolojiyi edinir ve öğrenerek daha kullanışlı teknolojiler yaratır. Dinamik öğrenen organizasyon, hızla değişen ortamlara kolayca uyum sağlar; bir sürdürülebilirlik aracı olarak kendi geleceği için çözümler üretir [8].

Sürdürülebilir bir rekabet avantajı elde etmek için organizasyonlar, öğrenme yoluyla yenilikçi fikirler yaratarak sürekli değişiklikler ve organizasyonel stratejiler geliştirir [9], [10]. Bu gelişim vasıtasıyla, sektörel ortamlara başa çıkma becerisine dönüştürebilecek insan kaynakları sağlanabilir. Bu nedenle yenilik için mevcut temel stratejilerden biri, fikir odaklı öğrenen ve öğrenen organizasyonlardır [11-13]. Yeni fikirler, öğrenmenin sonuçlarından biri olabileceği gibi, öğrenme sürecinde kazanılan bilgi ve becerilerin işyerine aktarılmasıyla daha büyük fikirlere de aracı olabilir [14], [15]. Performansı artırmak için öğrenme sürecinde edinilen bilgi, beceri ve deneyimlerin işletmelere aktarılması gerekir [14]. Bu öğrenme transferi, öğrenen organizasyon faaliyetlerinden elde edilen deneyim veya bilgi ile örgütsel performans arasındaki ilişkiye aracılık etmede çok önemli rol oynar.

Teknoloji transfer ofisleri ve teknokentler, tam da bu öğrenme döngüsünü sağlamak için hayata geçirilmiş organizasyonel yapılardır [16]. Teknoparkların en belirgin motivasyonu, üniversite ve şirketler arasındaki iş birliğinin

geliştirilmesini teşvik etmesidir [17]. Bu yönüyle oldukça yenilikçi nitelikteki bu organizasyonlar, sektör ve akademi iş birliğinin güçlenmesi başta olmak üzere pek çok açıdan öğrenme transfer döngüsüne katkı sunar. Ancak teknoloji transfer ofisleri ve teknokentler, birer teknoloji uygulama alanı olarak kurgulanmıştır. Yani doğrudan yaratıcı fikir üretimine odaklanmaz. Daha ziyade, fikirlerin uygulama alanları olarak hayata geçirilmiştir [18]. Dolayısıyla teknoloji transfer ofisleri ve teknokentlerin bir ön basamağı olarak düşünülebilecek, yaratıcı fikir üretimine ve bu fikirlerin geliştirilmesine odaklanan bir mekanizmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Winks'in de ifade ettiği üzere yükseköğretimde yaratıcılığı teşvik eden ve ortaya çıkaran süreçler, kültürler ve öğrencilerin, öğretim üyelerinin disiplinler arasında ve kendi bölümleri içinde fikir geliştirme yolları hakkında yeterli öneri geliştirilmemiştir [19]. Buna ek olarak teknoloji transfer ofisleri ve teknokentler, fikirlerin uygulama alanları oldukları için, öğrenen organizasyon olma sürecinde fikir üretimine yönelik bizce en fazla yatırım yapılması gereken temel insan kaynağını, yani eğitim gören kitleyi ve akademisyenleri büyük oranda devre dışı bırakır [20]. Diğer bir ifadeyle, yapısal düzeneğini bu insan kaynağı odağında inşa etmez. Teknoloji transfer ofisleri ve teknokentlerin varoluş stratejileri açısından bu kaçınılmaz ve olağandır. Dolayısıyla bu çalışmada, üniversite eğitimi gören kitlenin ve akademisyenlerin, sözü edilen teknokent ve teknoloji ofisi gibi yapılara transferinden bir adım öncesinin tasarımına odaklanılmıştır.

Mevcut durumda, oluşan ihtiyaçlar ve sorunların çözümü için yenilikçi fikir üretimi konusunda akademisyenler, öğrenciler, sektörel aktörler ve toplum birbirlerinden kopuk olduğundan [21], sistematik bir zeminde bir araya gelememektedir. Bu durum, yenilikçi fikirlerin rassal, bireysel ve yetersiz bir şekilde geliştirilmesine, fikirlerin korunamamasına ve dolayısıyla zaman ve maliyet kayıplarına yol açabilmektedir. Buna ek olarak yenilikçi fikirlerin üretilebilmesi ve geliştirilebilmesi için disiplinlerarası bir anlayış oldukça elzemdir. Toplumsal ihtiyaçlara ve problemlere yönelik fikir üretip bu fikirleri projeye dönüştürme konusunda öğrencilerin ve akademisyenlerin teşvik edilmesine ve eğitilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Son olarak öğrencilerin, sektörün problemlerini tanıyıp öğrenmesine ve böylece sektöre entegrasyon süresinin azaltılmasına ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda, yukarıda değinilen problemlerin çözümüne yönelik, yenilikçi fikirlerin üretilmesi ve korunmasına odaklanarak bilim insanlarını, öğrencileri ve çeşitli sektörel, toplumsal aktörleri bir araya getiren, fikrin üretildiği andan projeye dönüştürülmesi sürecinde tüm bu unsurların disiplinlerarası şekilde çalışabileceği bir fikir laboratuvarı modeli önerilmiştir.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR (RELATED WORK)

Çalışmamızda fikirlerin üretimi ve korunması odaklı üniversite eğitiminin bir parçası olarak hayata geçirilen ve akademi ile özel sektör iş birliğinde disiplinlerarası çalışmalarla ilerleyen bir fikir laboratuvarı modeli

önerilmiştir. Bu bağlamda ilgili çalışmalar, üniversite eğitiminde disiplinlerarası ve çok aktörlü fikir laboratuvarları çerçevesinde incelenmiştir.

Baptista ve arkadaşları, üç Latin Amerika üniversitesinde disiplinlerarası araştırma için kurumsal alanların yaratılmasına yönelik girişimlere odaklanmaktadır [4]. Makale, disiplinlerarası merkezlerin kurumsallaşma süreçlerini analiz etmektedir. Analiz, kurumsallaşma süreçleri arasında bir çeşitlilik bulunduğunu göstermektedir ve bölgede disiplinlerarasılığın kurumsallaşması için tek bir model olmadığı fikrini desteklemektedir. Lindvig çalışmasında, disiplinlerarası eğitim unsurlarının önceden var olan monodisipliner yapılar tarafından nasıl oluşturulduğu, desteklendiği ve hatta güçlendirildiğine ilişkin yolların haritasını çıkarmak için geleneksel fakülte yapılı bir üniversitede çeşitli disiplinlerarası eğitim çabalarının gelişimini incelemiştir [22]. Akabinde, tek disiplinli ortamlarda disiplinlerarası eğitim yaratmanın, tek disiplinliliği disiplinlerarasılıkla karşı karşıya getirme durumu olmadığı; üniversite yönetimi ve idaresinin yanı sıra araştırmacılar ve öğrenciler için toplam eğitim çıktısını artırmak üzere peyzajdan, mekana ve yönetime kadar tüm yapılardan en iyi şekilde yararlanmak ile ilgili olduğu sonucuna varılmıştır.

Birleşik Krallık Üniversitesi'ndeki eğitim uygulamalarında yenilik ve yaratıcılığın önündeki engelleri ve bu konudaki olanakları inceleyen bir çalışmada [19], üniversite öğretim kadrosuna sunulan disiplinlerarası ortamların daha fazla kullanılmasının, yaratıcı uygulamayı ve akran öğrenimini artırmaya katkıda bulunabileceği ortaya konmuştur. Buna ek olarak, dört tasarım ilkesi önerilmiştir: Yenilik günlük alanlarda gerçekleşir, ortak alanlara ve sosyal işlevlere ihtiyaç duyar, farklı ölçekleri bulunur ve ortak çalışma alanları kolektif bir kültür gerektirir. Araştırmacılara göre bir yenilikçilik kültürünün normalleştirilmesi, alan kullanımında hem fiziksel hem de davranışsal ayarlamalar gerektirir; bu da fakültenin akran öğrenimi için alanları yeniden tasarlamak üzere hem fakülte hem de kurumların birlikte çalışması gerektiğini düşündürür. Fakülteler ile sosyal ya da sektörel kurumların bir arada çalışmasına yönelik Groulx ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen farklı bir çalışmada, sürdürülebilirlik girişimleri oluşturmak için geçerli olan kapsamlı üniversite-toplum iş birlikleri kavramı incelenmiştir [23]. Sonuçlar, toplumsal/bölgesel kalkınma bağlamında, topluluk deneyiminin, eşitlik ve katılımın, esnek program tasarımının ve üniversite-topluluk ortaklıklarının, başarının anahtarı olarak öğretme ve öğrenmede risk almayı destekleyen bir kurumsal kültür için önemini vurgulamaktadır.

Barringer ve arkadaşları, bilim politikalarının onlarca yıldır disiplinlerarası araştırmayı teşvik etmesine rağmen üniversitelerin buna aynı şekilde karşılık verememesi konusundaki nedenleri açıklamak için, ülke çapındaki en iyi 156 araştırma üniversitesi için kapsamlı bir veri toplayarak, incelemelerde bulunmuştur [24]. Çalışmada, büyük miktarda metinsel veri toplandığı için (stratejik planlar ve üniversite rektörlerinin konuşmaları gibi),

disiplinlerarası etkileşimin tanınmasına yardımcı olması adına doğal dil işleme yönelinmiştir. Sonuçta, bu üniversitelerde idari destek ve fakülte katılımı yüksekse, disiplinlerarası çalışmalara yapısal bağlılık düzeylerinin de arttığı gözlenmiştir. Ek olarak, Tıp Fakültesi bulunan üniversitelerin, bu konuda daha başarılı olabileceği gözlenmiştir. Ancak idari destek ve fakülte katılımının koşullu doğası gereği üniversitelerin sadece akranlarını taklit etmemesi gerektiği, bunun yerine hangi stratejilerin uygulanacağını belirlemek için araştırma kapasitelerini, statülerini ve mevcut fakülte desteği ile disiplinlerarası çalışmalara katılım düzeylerinin belirlenmesi gerektiği önerilmiştir.

Cavallone ve arkadaşları çalışmalarında, özel ve kamu sektörü kuruluşlarının değer beklentilerini ve bu kuruluşların ortak değer yaratımındaki potansiyel rollerini araştırmıştır [25]. Araştırmacılar değer kavramını, akademisyenler ve uygulayıcıların, yükseköğretimde eğitim hizmetlerinin kalitesinin, etkinliğinin ve evrenselliğinin artırılması olarak ele almıştır. Araştırmada, yükseköğretim süreçlerinde öğrencilerin performansını artırmak için hem ulusal hem de uluslararası düzeyde iş paydaşları ile yaratıcı ortaklık kurma eğiliminin teşvik edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Buna ek olarak, üniversiteler ile dış ortamda faaliyet gösteren şirketler arasındaki alışverişin, değer yaratma açısından hem öğrencileri hem de iş paydaşlarını içeren bir öğrenme ekosistemi oluşturacağı belirtilmiştir. Son olarak yönetim açısından bakıldığında, üniversitelerde kalite iyileştirmesinin, yöneticilerin ortak değer yaratımına verdiği destek ile artırılabilirliği savunulmuştur.

Miller ve arkadaşlarının araştırması, disiplinlerarası bir araştırma ekibinin parçası olarak çalışan öğrenci deneyimlerine ilişkin bir vaka çalışması sunmaktadır [26]. Araştırmada, sosyal hizmet, inşaat mühendisliği ve bilgisayar bilimlerinden yüksek lisans düzeyindeki öğrencilerden oluşan bir ekip, ulaşım dezavantajının toplulukta yaşayan yaşlı yetişkinlerin ve bağımlı çocuklarla evsizlik yaşayan bekar ebeveynlerin deneyimlerini nasıl etkilediğine ilişkin verileri toplayan bir mobil cihaz uygulamasının tasarımında iş birliği yapmıştır. Sonuçlar, öğrencileri disiplinlerarası uygulamalı araştırmalara dahil etmenin, bilgiyi disiplinlerin geleneksel sınırlarının ötesine genişletmeye zorlamak, eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini teşvik etmek gibi faydaları olduğunu ortaya koymuştur. Jæger, çalışmasında yükseköğretimde disiplin, disiplinlerarasılık ve disiplinlerarasılığın çerçevelemesi ve bu çerçevelemenin Avrupa yükseköğretim müfredatı üzerindeki etkilerini araştırmıştır [27]. Araştırmacı bu tür disiplinlerarası katkıların, Avrupa toplumlarının karşı karşıya olduğu karmaşık siyasi ve sosyal sorunlara gerekli yanıtlar geliştirebileceğini savunur.

Belwal ve arkadaşları çalışmalarında proje tabanlı öğrenmenin, üniversite eğitimi ile gerçek yaşamı nasıl ilişkilendirebileceğini araştırmıştır [28]. Proje tabanlı öğrenmede öğrencilerin, iletişim, özgüven, İngilizce dil becerileri, planlama, düşünme ve zaman yönetimi becerileri gibi davranışsal yetkinliklerden büyük ölçüde

yararlandıkları belirlenmiştir. Ayrıca proje tabanlı öğrenmenin, öğrencilere geleneksel öğretim ve öğrenme ortamında edindiklerinin ötesinde farklı bir beceri seti sunduğu tespit edilmiştir. Björklund ve arkadaşları çalışmalarında, yükseköğretimde işbirlikçi çabaları ilerletmenin önündeki temel kolaylaştırıcılara ve engellere ışık tutmak amacıyla Aalto Üniversitesi'nin yenilikçi platformlardan biri olan Tasarım Fabrikası Küresel Ağ'ını incelemiştir [29]. Öğrencilerden, personelden ve eğitimcilerden gelen bakış açıları da dahil olmak üzere 17 Tasarım Fabrikası ile yapılan 25 derinlemesine görüşmeye dayanan bulgular, esnekliği teşvik eden kurumsal politikaların, fiziksel bir disiplinlerarası alanı, topluluk oluşturmayı ve bu konudaki üst düzey desteği güvence altına aldığını göstermektedir. Disiplinlerarası eğitim çalışmalarının sınırlarını genişletmek için disiplinlerötesilik (transdisciplinary) geleneğinden yararlanan farklı bir çalışma, gelecekte, üniversite eğitiminin duvarların çok ötesinde gerçekleşebileceği için, yeni bir bütünlük öğrenme anlayışının önemine işaret eder [30].

Brandenburg ve arkadaşları, Avustralya'daki Federasyon Üniversitesi'nde disiplinler arası bir arası araştırma grubunun (üç ayrı okul) doğuşunu, gelişimini ve uygulamasını incelemiştir [32]. Yazarlar, araştırmacıların okullar arası ve disiplinler arası bir ortamda yaratıcı bir şekilde iş birliği yapma fırsatlarına çok değer verdiklerini, diğer yandan hibe almanın ve araştırma yayınlamanın dolaylı ve daha az değer gördüğünü bulmuştur. Bertel ve arkadaşları, Aalborg Üniversitesi (AAU) Mega projelerini, sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin ve sistematik disiplinlerarasılığın "probleme dayalı öğrenmeye" entegre edilmesi için bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir [30]. Bulgular, disiplinler arası mega projelerin öğrencileri sürdürülebilir kalkınmaya katılmaya motive etme potansiyelinin bulunduğunu göstermektedir. Diğer yandan araştırmacılar, öğrencilerin sahiplenmeleri, iş birliğine öncelik vermeleri ve disiplinlere olan katkıyı ve disiplinler arasındaki bağlantıyı görebilmeleri için özellikle erken aşamalarda sistematik çerçeveleme ve rehberli kolaylaştırmanın gerekliliğini vurgular.

Sürekli değişen çalışma ortamı nedeniyle, üniversitelerin "değişken, belirsiz, karmaşık ve muğlak (variable, uncertain, complex, ambiguous - VUCA)" bir çalışma ortamına uyum sağlayabilen öğrenciler yetiştirmesine duyulan ihtiyaçtan hareket eden bir çalışmada, UNIS-X deneysel öğrenme pedagojisinin etkililiği incelenmiştir [33]. UNIS-X yaklaşımı, tek bir kursta dört ilkeyi (proje tabanlı öğrenme; disiplinlerarasılık; fakülte ve dış ortaklar arasında yakın iş birliği ve aktif mentorluk) kapsamaktadır. Araştırmada, öğrencilerini bir VUCA çalışma ortamıyla başa çıkmak için beceri edindirmek amacıyla UNIS-X deneysel öğrenme pedagojisini kullanan bir üniversite incelenmiştir. Sonuçta, UNIS-X grubunun, UNIS-X olmayan gruba kıyasla problem çözme becerilerinde daha yüksek bir gelişmeye görüldüğü belirlenmiştir. Hannon ve arkadaşları, disiplinler arası müfredat ve öğretimin,

disiplin temelli bir organizasyon yapısını simgeleyen bir Avustralya üniversitesinde nasıl anlaşıldığı, uygulandığı ve desteklendiğinin yanı sıra disiplin sınırlarını aşan öğretim uygulamalarını araştırmıştır [34]. Sonuçta, disiplinlerarası bilgiyle etkileşimin, katılan öğrenciler ve öğretim personeli arasındaki akademik kültür ve kimlikler üzerinde derin etkileri olduğu ortaya konmuştur. Buna ek olarak, disiplinlerarası eğitimin koordinasyonunda ve yönetiminde önemli zorluklar ortaya çıktığı ve bu zorlukların giderilmesinde, kurumsal yapıların katkısının önemli bir faktör olduğu vurgulanmıştır.

Literatürde öne çıkan disiplinlerarası eğitim araştırmalarında genel olarak disiplinlerin birlikte çalışabilecekleri ortamların, üniversiteler ve bu kurumlardaki aktörler için değer, deneyim, yaratıcılık, iş birliği gibi konularda performansı artıracakları ortaya koyulmuştur. Buna ek olarak, sektörel aktörlerle iş birliklerinin ve proje tabanlı öğrenmenin faydalarına odaklanılmıştır. Literatürde yer alan araştırmalardan farklı olarak bizim çalışmamızda, disiplinlerarası çalışma ortamında fikirlerin üretilmesi, paylaşılması, geliştirilmesi, takibi ve korunmasına odaklanılmıştır. İlâveten, mevcut modellerden farklı olarak fikirlerin korunması, takibi ve yönetilmesi, geliştirdiğimiz yapının merkezini oluşturan bir yazılım ile güvence altına alınmıştır. Diğer bir farklılık ise geliştirdiğimiz modelde eğitim süreçleri ile disiplinlerarası çalışmaların eş zamanlı gerçekleştirilmesidir. Buna ek olarak, geliştirdiğimiz disiplinlerarası çalışma yapısı, yaşayan bir organizma gibi, öğreten, öğrenen, keşfeden, geliştiren ve dönüştüren bir mekanizma olarak tasarlanmıştır. Son olarak, diğer tüm bilimlerle her geçen gün güçlenen ilişkisinden dolayı, geliştirdiğimiz fikir laboratuvarının merkezine, bilgisayar bilimleri yerleştirilmiştir.

3. İLGİLİ MODELLER (RELATED MODELS)

Araştırma alanlarının çeşitliliği, disiplinlerarası uygulama yapısı ve sektörle iş birliği bakımından en dikkat çekici uygulama, MIT Medya Laboratuvarı'dır (MIT Media Lab)¹. 1985 yılında MIT (Massachusetts Institute of Technology) bünyesinde kurulan Media Lab, dünyanın önde gelen araştırma ve akademik kuruluşlarından biridir. Media Lab tasarımcıları, mühendisleri, sanatçıları ve bilim insanları, geleneksel disiplinler tarafından kısıtlanmadan, insanların hayatlarını, topluluklarını ve çevrelerini anlamalarını ve dönüştürmelerini sağlayan teknolojiler ve deneyimler yaratmaya çalışır. MIT Medya Laboratuvarı, farklı ilgi ve araştırma alanlarını bir araya getiren disiplinler arası bir araştırma kültürünü desteklemektedir. Burada öğrenciler ve araştırmacılar, sosyal robotik, fiziksel ve bilişsel protezler, öğrenme için yeni modeller ve araçlar, topluluk biyomühendisliği ve sürdürülebilir şehirler için modeller gibi çeşitli disiplinlerde yüzlerce proje üzerinde birlikte çalışmaktadır. Medya Laboratuvarı'nda geliştirilen araştırma ve projeler, sürekli bir araştırma ve keşif alanı olarak yan şirketler, sergiler, performanslar ya da üye

¹ <https://www.media.mit.edu/about/overview/>

şirketlere teknoloji transferi şeklinde sıklıkla Laboratuvar dışında da büyür ve gelişir.

Cambridge Üniversitesi Disiplinlerarası Araştırma Merkezleri (Interdisciplinary Research Centres)², üniversitenin araştırma politikası komitesinin açık onayına sahip, bölümler arası girişimleri desteklemek üzere kurulmuş bir merkezdir. Merkez, disiplinlerarası zorluklarla mücadele ederek ve temel tematik alanlarda ortak bir bölümler arası vizyon yaratarak, bireysel bölümlerin araştırma önceliklerini ve stratejilerini genişletir. Disiplinlerarası Araştırma Merkezi, genellikle, bir Stratejik Araştırma Girişimi tarafından altı yıllık bir süre boyunca geliştirilen hedefler ve başarılar üzerine kuruludur. Merkezde veriye dayalı keşif, kanser, kalp damar hastalıkları, biyoçeşitliliği koruma, enerji, biyoloji mühendisliği, küresel gıda güvenliği, enfeksiyon hastalıkları, dilbilim, sinirbilim, halk sağlığı ve kök hücreler gibi çalışma alanları yer almaktadır.

Oxford Üniversitesi E-Araştırma Merkezi (Oxford e-Research Centre)³ Mühendislik Bilimi Bölümü'nün bir parçası olan çok disiplinli bir veri bilimi araştırma ve eğitim enstitüsüdür. Burada, akademik araştırma ve endüstriyel uygulamalar için yenilikçi dijital metodolojiler, bilgiler ve hesaplama çözümlerini araştırılmakta ve uygulanmaktadır. Merkez, akademisyenler, öğrenciler, veri bilimcileri, doktora sonrası araştırmacıları, araştırma ve toplum yararına disiplinlerarası projeler üzerinde birlikte çalışan profesyonel araştırmacılar, yazılımcılar ve bilgi mühendisleri de dahil olmak üzere 50'den fazla personel için ortam sağlar. Merkezde, iklim hizmetleri, siber güvenlik, veri yönetimi ve tekrarlanabilirlik, dijital beşerî bilimler, enerji, dijitalleştirme, nesnelerin interneti, dil modelleme, bilimsel yayıncılık ve iletişim, bilimsel hesaplama ve görsel analitik gibi çalışma alanları mevcuttur.

Max Planck Multidisipliner Bilimler Enstitüsü (Max Planck Institute for Multidisciplinary Sciences)⁴ geniş bir araştırma yelpazesini kapsayan, böylece disiplin çeşitliliğini ve iş birliğini teşvik eden, toplamda 16 bölüm ve 25'ten fazla araştırma grubu bulunan multidisipliner bir merkezdir. Enstitüdeki konuların yelpazesi fizik ve kimyadan yapısal hücre biyolojisine, nörobilim ve biyomedikal araştırmalara kadar uzanmaktadır. Bu geniş yelpaze ile enstitü, kendisini, uluslararası araştırma ortamında eskisinden daha iyi konumlandığını belirtir. Araştırma grupları, merkezi bilimsel ve genel hizmet tesisleri aracılığıyla desteklenir. Yarı bilim insanı olmak üzere 1000'den fazla kişiyle enstitü, multidisipliner yaklaşımıyla Max Planck Topluluğu'nun en büyük organizasyonudur. Yüksek bir bilimsel standardı korumak için, uluslararası bilim insanlarından oluşan bir danışma kurulu, merkezde gerçekleştirilen araştırmaları düzenli olarak değerlendirir. Bilim insanlarının yanı sıra endüstri

ve siyaset temsilcilerinden oluşan bir mütevelli heyeti, enstitünün çalışmalarının daha geniş sosyal bağlama entegrasyonunu destekler.

2006 yılında Pekin Üniversitesi'nde (PKU) kurulan İleri Disiplinlerarası Çalışmalar Akademisi (Academy for Advanced Interdisciplinary Studies - AAIS)⁵, birden fazla alanın iş birliğiyle temel bilim hakkında bilinenleri genişletmeyi amaçlayan öncü bir enstitüdür. AAIS son birkaç yıldır kendini yeni disiplinlerin inşasına, öncü araştırmaların geliştirilmesine ve yetenekli genç beyinlerin bütünleşmiş bir bakış açısıyla eğitilmesine adanmıştır. AAIS'de, modern bilim ve teknolojik ilerlemelerin disiplinler arası etkileşimleri teşvik ettiği görüşünden yola çıkmıştır. PKU'da disiplinler arası araştırmalar ve eğitim için ana platform olan AAIS, üniversitenin çeşitli bölümlerinden ve fakültelerinden gelen akademik kaynaklar tarafından desteklenmektedir. AAIS, BioMed-X Araştırma Merkezi, Yaşam Bilimleri Merkezi, Kantitatif Biyoloji Merkezi, Nano Ölçekli Bilim ve Teknoloji Merkezi, Fonksiyonel Görüntüleme Merkezi, Çevre ve Sağlık Merkezi, Bilim Felsefesi ve Tarihi Merkezi dahil olmak üzere 10'dan fazla araştırma çeşitliliğine sahiptir.

Disiplinlerarası Araştırma Konsorsiyumu (The Consortium for Interdisciplinary Research - CIR)⁶, Berkeley Üniversitesi çatısı altında, kampüs ve ötesinde disiplinler arası araştırma ve programlamayı desteklemek ve geliştirmek üzere kurulmuştur. 2013 yılında UC Berkeley'in Edebiyat ve Bilim Fakültesi: Sanat ve Beşerî Bilimler Bölümü tarafından kurulan CIR, kampüs içine ve küresel bir izleyici kitlesine değişim ve programlama fırsatlarından yararlanarak disiplinler ve bölümler arası araştırma ve akademik faaliyet imkânı sunar. CIR şu anda Berkeley Din Araştırmaları Merkezi (BCSR), Eleştirel Teori, Beşerî Bilimler için Yeni Stratejiler, Berkeley Sanatlar ve Fikirler gibi programları desteklemektedir. BCSR yılda 30-40 etkinlik üretmekte, milyonlarca hibe fonunu yönetmekte ve yaklaşık 30 kampüs bölümü ve 200 fakülteden oluşan danışman, akademisyen ve lisansüstü öğrenciden oluşan bir topluluğu bir araya getiren akademik, sosyal yardım ve yayıncılık faaliyetlerini koordine etmektedir.

Harvard Üniversitesi bünyesinde, lisans öğrencilerini araştırmacı olmaya teşvik etmek adına çok çeşitli uygulama merkezleri bulunmaktadır⁷. Ancak bu merkezler multidisipliner yapıda olmadığı gibi doğrudan sektör ile entegre de değildir. Diğer yandan öğrencileri odağına alan bilebildiğimiz en temel örnek Stanford Disiplinlerarası⁸ adıyla Stanford Üniversitesi'nde bulunmaktadır. Burada lisans düzeyinde disiplinlerarası akademik çalışma laboratuvarları bulunmaktadır. Stanford Disiplinlerarası'nda Stanford'un iş birliği kültürü, dünya, sağlık ve entelektüel yaşam için hayati önem taşıyan

² <https://www.cam.ac.uk/research/research-at-cambridge/interdisciplinary-research-centres>

³ <https://oerc.ox.ac.uk/>

⁴ <https://www.mpinat.mpg.de/643867/organization>

⁵ <http://www.aais.pku.edu.cn/en/enabout/>

⁶ <https://cir.berkeley.edu/>

⁷ <https://uraf.harvard.edu/find-opportunities/browse-uraf-oppo/research>

⁸ <https://interdisciplinary.stanford.edu/>

alanlarda yenilikçi keşifleri teşvik etmektedir. Ancak bu örnekte, sektörel aktörler geri planda bırakılmıştır. Diğer yandan, Goethe Üniversitesi Disiplinlerarası Araştırma Merkezi⁹, Tokyo Üniversitesi Multidisipliner Bilimler Bölümü¹⁰ gibi merkezler de bulunmaktadır. Genel olarak bu multidisipliner yapılardan bazıları konsorsiyum, bazıları enstitü, bölüm ya da lisansüstü eğitim programı, diğer bazıları da araştırma merkezi olarak konumlandırılmıştır. Bölüm ya da eğitim programı olarak düşünülen disiplinlerarası yapılanmalar günümüzde her ne kadar yaygınlaşıyorsa da Rienties ve Heiot'un araştırmasına göre öğrencileri disiplinler arası gruplara ve sınıflara yerleştirmenin 'otomatik olarak' istenen disiplinler arası fikir alışverişine, disiplinler arası sosyal ağların gelişimine veya gelişmiş akademik performansa yol açmadığı ampirik olarak test edilmiş ve doğrulanmıştır [35]. Bu açıdan disiplinlerarası çalışmaların bir araştırma merkezi ya da bir laboratuvar ortamında ve bir fikir odağında geliştirilmesinin daha uygun olabileceği düşünülmektedir.

Ionian Üniversitesi İnsan ve Sosyal Bilişim Laboratuvarı (Humanistic & Social Informatics Laboratory) da multidisipliner uygulama laboratuvarı modellerine örnek verilebilir. Burada bir yanda Psikoloji, Dilbilim, Tarih gibi ilgili bilimsel ve sanatsal alanlardan türetilen hümanist ve sosyal verilerin çıkarılması, temsili ve işlenmesi için Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) uygulanmasına odaklanılır. Öte yandan, BİT ürün ve hizmetlerini optimum kalitede ve insan merkezli bir bakış açısıyla sunmak için bu bilimsel ve sanatsal alanlardan uyarlanmış metodolojileri kullanırlar. İnsan ve Sosyal Bilişim Laboratuvarı çalışma alanları içerisinde Kültürel Bilişim, Müzik Bilişimi, Tarih Bilişimi, Hesaplamalı Dilbilim, Oyun Yazılımı Tasarım ve Geliştirme, Multimedya, Sanal Gerçeklik, Görüntü İşleme, Bilgisayar Destekli Sistemler, Dijital Medya, Semantik Uzay Modelleme, Web Duygu Analizi ve Semantik Web, Eğitimde Bilgi işlem teknolojileri gibi araştırma ve geliştirme faaliyetleri yer almaktadır.

Ülkemizde ise bir araştırma ve uygulama laboratuvarı şeklinde olmasa da İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) çatısı altında, tüm proje önerilerinin tek bir birim tarafından değerlendirilerek geliştirildiği bir proje başvuru birimi bulunmaktadır. Söz konusu birim araştırma dekanlığınca yönetilmekte olup, her kategoride proje başvurularına açık ve bu başvuruların geliştirilmesi için hizmet vermektedir. Proje odaklı bu ortak çatının dışında İTÜ, Ortadoğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) ya da Boğaziçi Üniversitesi'nde, geliştirdiğimiz türden öğrenci odaklı, akademik proje üretimi ve sektörel iş birliği sağlayan bir organizasyon yapısı, bilebildiğimiz kadarıyla bulunmamaktadır. Bundan farklı olarak ülkemiz üniversitelerinde çoğunlukla her birinin kendi altyapısına uygun çeşitlilikte araştırma ve uygulama merkezleri bulunmakta, bu merkezlerde sınırlandırılmış araştırma

alanları çerçevesinde ve genellikle sektör-akademi iş birliği dışında araştırmalar yürütülmektedir.

Çalışmamızda tasarladığımız fikir laboratuvarı, değinilen örneklerden farklı olarak öğrencilere ve akademisyenlere, bağımsız çalışma (freelance) ortamı yaratarak sektörel ve kamusal aktörlerle ortaklaşa fikir ve proje geliştirme imkânı sunar. Bunun yanı sıra hem öğrencileri, akademisyenleri ve sektörel, kamusal aktörleri odağına alması hem de bu odağı araştırma ve uygulamanın yanı sıra multidisipliner iş birliklerine dahil etmesi bakımından, yukarıdaki örneklerden ayrılmaktadır. Önerimizin, yukarıda değinilen modellerden ayrıştığı diğer bir nokta, merkezine bilgisayar bilimlerini koymasındadır. Bilgisayar bilimleri günümüzde sayısız pek çok disiplinin bir parçası olarak konumlanmaktadır. Bu açıdan bilgisayar bilimleri, çok çeşitli disiplinleri ilgilendiren ve gelişimine katkı sunan kritik bir alandır. Bilgisayar bilimlerinin merkezde konumlandırılması, tasarlanan araştırma ve uygulama laboratuvarının, akademik anlamda tüm disiplinlerle iş birliği içerisinde olması anlamına gelir ve bu da laboratuvarının iş birliği halinde olacağı multidisipliner yapıyı ve sektörel yelpazeyi son derece genişletir.

Özetlemek gerekirse, üniversiteler bünyesindeki uygulama laboratuvarları genellikle lisansüstü eğitime ve araştırmacı yetiştirmeye odaklıdır. Sektörle iş birliği içerisinde bulunan yapılar ise genellikle mezuniyet sonrası iş kurma ve yürütme odağında ilerler. Mevcut durumdan hareketle fikirlerin üretimini, korunmasını, yönetilmesini ve uygulama pratiğini geliştirebilecek öğrenci, akademisyen ve sektörel aktörler odaklı disiplinlerarası yaratıcı bir fikir laboratuvarı işlevi görebilecek bir yapının eksikliği dikkat çekmektedir. Geliştirdiğimiz yapı, söz konusu ihtiyacı gidermek amacıyla geliştirilmiş ve tüm bu süreçlerin rahatlıkla yönetilmesini sağlayan bir yazılım etrafında şekillendirilmiştir. Geliştirdiğimiz model ile her yıl, belirlenen stratejik bir limitte patent ve proje üretimi gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

4. YÖNTEM (METHOD)

Çalışmamızda, yenilikçi fikirlerin üretilmesi ve korunması amacıyla akademisyenleri, öğrencileri ve çeşitli sektörel, toplumsal aktörleri bir araya getiren, fikrin üretildiği andan projeye dönüştürülmesi sürecinde tüm bu unsurların disiplinlerarası şekilde çalışabileceği bir fikir laboratuvarı modeli önerilmiştir.

Geliştirdiğimiz modelde tüm unsurlar fikir ağını oluşturmaktadır. Üretilen ve geliştirilmesi planlanan fikirler, fikir ağında paylaşılır. Öğrenciler, akademisyenler ve sektörel, kamusal aktörlerden oluşan misafir kullanıcılar, fikir ağında hesap açabilir ve fikirlerini paylaşabilir. Paylaşılan fikirlerin projelendirilmesi ve yürütülmesi sürecinde, üst yönetimce belirlenen bir oranda öğrenci, akademisyen ve sektörel katılımcı barındırması gerekmektedir. Dolayısıyla fikir ağında paylaşım açılan

⁹ https://www.goethe-university-frankfurt.de/43272306/Interdisciplinary_Research_Centres

¹⁰ https://www.c.u-tokyo.ac.jp/eng_site/info/academics/fas/dids/

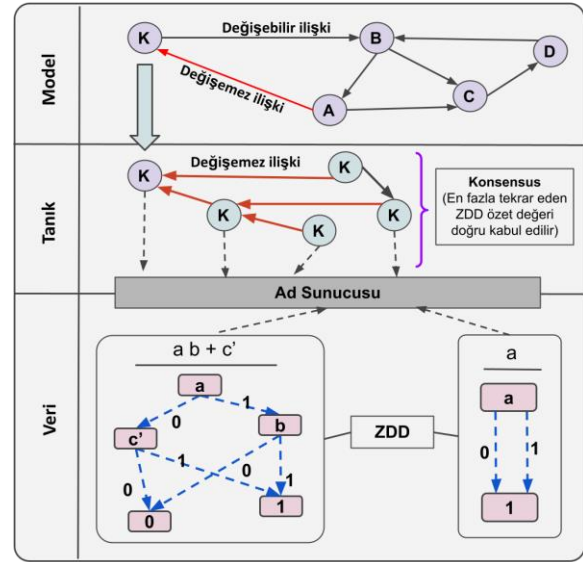
proje önerileri, bu belirli oranda ve çeşitlilikte katılımcının beğenisine ve katılımına sunulmaktadır.

Tasarladığımız model, fikirlerin korunumu, tartışılması ve takibine yönelik şeffaflığın sağlanabilmesi amacıyla, blok zincirinin veri yapısından esinlenilerek geliştirdiğimiz ve Etiket adını verdiğimiz yeni bir veri yapısı üzerine inşa edilmiştir. Geliştirdiğimiz veri yapısı sayesinde, fikirlerin korunumu ve takibinin yanı sıra mantıksal ilişkilerin yaratılabildiği güvenilir bir tartışma ortamı elde edilmiştir. Çalışmanın devamında, ilk olarak Etiket Veri Yapısı ve Etiket Ağı'na, ardından Etiket Ağı ile oluşturulan Fikir Geliştirme Modeli'ne ayrıntılı şekilde yer verilmiştir.

4.1. Etiket Ağı (Tag Web)

Geliştirdiğimiz veri yapısında tüm unsurlar "Etiket" olarak kabul edilmektedir. Etiketlere ait veriler, adres olarak tutulmaktadır. Burada verinin kendisi yerine adresin tutulmasının nedeni, adresin veriden daha az yer kaplaması, tekrarı engellemesi, esnek tasarım ve kolay bakım imkânı sunmasıdır. Etiketlerde, verinin ilişkilerini tutan değişebilir ve değişemez adreslerle birlikte değişemez verilerin adresleri bulunmaktadır. Değişebilir ilişkiye sahip olduğundan dolayı etiket ağında ekleme, yaratma, değiştirme ve silme işlemleri rahatlıkla gerçekleştirilebilmektedir. İlişkiler, her türlü ilişki yapısını modelleyebilmek amacıyla, etiketler vasıtasıyla adlandırılabilir. Bir etiketin silinmesi, değiştirilmesi, yaratılması ve eklenmesi durumunda, ona bağlı olan etiketlerin özet değerleri Algoritma 1 ile hesaplanarak güncellenir.

Geliştirdiğimiz Etiket veri yapısı, Şekil 1'de görülebileceği üzere üç katmanlıdır. Bu üç katmanın tamamına Etiket Ağı adı verilmiştir. 1. katman, değişebilir ve değişemez ilişkilerden oluşan model katmanıdır. Burada ilişkiler değişebilir ve değişemez olduğu için her çeşit yapı modellenilebilir. 2. Katman ise model katmanındaki etiketlerin kopyalarının tutulduğu ve yine hem değişemez hem de değişebilir ilişkilerin bulunduğu tanık katmanıdır. Örneğin Şekil 1'de, model katmanındaki K etiketinin, tanık katmanında dört adet kopyası bulunmaktadır. Tanık katmanında etiketlerin doğruluğu, fikir birliği algoritması ile tespit edilir. Burada kullanılan fikir birliği algoritması, çoğunlukta olan ZDD kök özet değerlerini doğru olarak kabul eder. 3. Katman ise veri katmanıdır. Veri katmanı ile etiketler arasında bir ad sunucusu yer alır. Bu ad sunucusu, ZDD kök özet değerine bakarak verinin adresini belirler.



Şekil 1. Etiket ağının genel yapısı. Burada kırmızı oklar değişemez ilişkileri, siyah oklar ise değişebilir ilişkileri ifade etmektedir. (General structure of the tag network. Here, red arrows represent immutable relationships, and black arrows represent mutable relationships.)

Şekil 1'de görülebileceği gibi, geliştirdiğimiz yapıda model ile veri birbirinden ayrılmıştır. Verinin indekslenmesi, Zero-Suppressed Decision Diagrams (ZDD) [36] kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ZDD yapısında veriler, kanonik, kompakt ve çarpımların toplamı şeklinde ifade edilmektedir. Kanoniklik sayesinde, aynı mantıksal ifadenin özet değerleri eşit olacaktır. Şekil 1'de, K etiketinin verisi olarak $a b + c'$ ifadesi gösterilmiştir. Burada gösterilen ifadeler, çarpımların toplamı olduğundan dolayı, diğer etiketlerle manipülasyonlar oldukça kolaydır. Örneğin aşağıdaki denklemde, A etiketi ile K etiketinin toplanması gösterilmiştir. Bu işlem ZDD'de $O(n)$ karmaşıklığındadır.

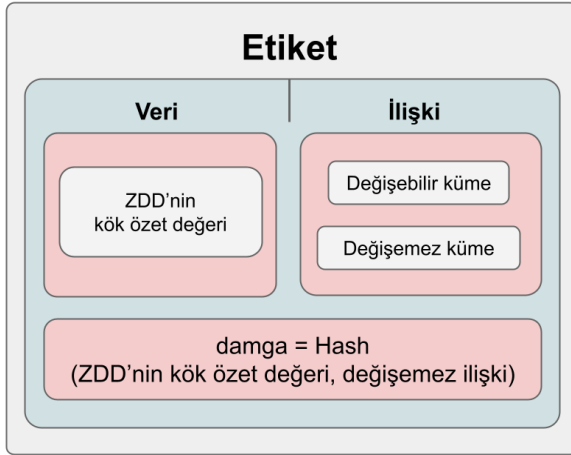
$$K = a b + c'$$

$$A = a b + d$$

$$A+K = a b + c' + d$$

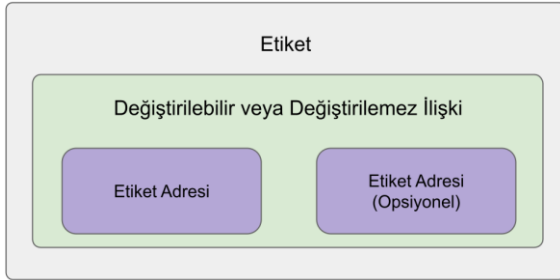
Geliştirilen modelde etiketler arasındaki ilişkiler liste olarak tutulabileceğinden, geleneksel blok zincirinin blok yapısını kapsayan bir yapı oluşur. Ayrıca ZDD'nin kök özet değeri, en uzun kök değeri karmaşıklığında hesaplanır. Hesaplama yapılırken, Algoritma 1'de gösterildiği gibi topolojik sıralama, derin öncelikli arama ve dinamik programlama kullanılır. Bunun yanı sıra Algoritma 1'de, modelin döngüsel çok geçişli çizgeyi desteklemesi için geçişler ile düğümler yer değiştirmiştir. Etiketlerin, değişebilir ve değişemez ilişkilerle organize edilmesinin en temel nedeni, tasarım kolaylığı sunmak ve döngüsel çizge gibi pek çok modelin gerçekleştirilmesini sağlamaktır. Diğer yandan blok zincirinin özetleme yapısında değiştirilebilir ilişkiler bulunmadığı için tasarımsal ve yukarıda sözü edilen verisel manipülasyonlar

oldukça zordur. Şekil 2’de, geliştirdiğimiz etiket veri yapısı genel özellikleriyle gösterilmiştir.



Şekil 2. Etiket veri yapısının genel gösterimi (General representation of the tag data structure)

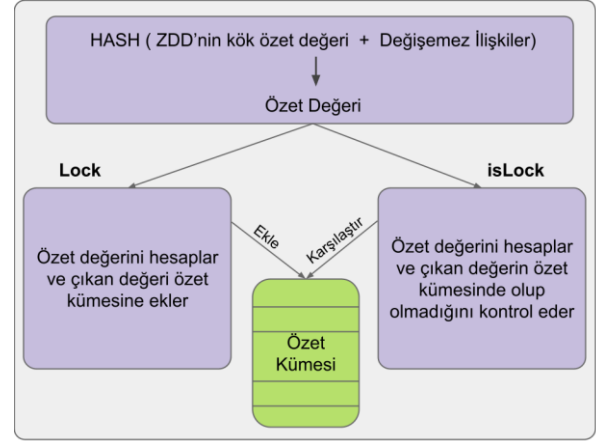
Etiketler arası ilişkiler, Şekil 3’te görülebileceği gibi, iki adet etiket adresinden oluşur. Bunlardan ilki zorunlu, ikincisi ise opsiyoneldir. Tanık katmanında ilişkiler, opsiyonel etiket almaz. Diğer katmanlarda ilişkiler en az iki etiket almak zorundadır. Bunun nedeni, model katmanındaki değişmez ilişki ile tanık katmanındaki değişmez ilişkiyi birbirinden ayırmaktır. Etiket ile veri arasındaki ilişki, Şekil 1’de görülebileceği gibi ad sunucuları tarafından organize edilir. Herhangi bir etiket, verisine ulaşmak istediğinde ZDD’nin kök özet değerini ad sunucusuna bildirir. Ad sunucusu, uygun olan veri ile etiket arasında köprü işlevi görür.



Şekil 3. İlişkilerin genel yapısı (General structure of relationships)

Modelde değişmezlik kontrolü, özet mekanizması ile sağlanmıştır. Burada özet, değişmez ilişkilerin ve ZDD kök özet değerinin özetlenmesini ifade eder. İstenildiği zaman özet hesaplanır ve özet kümesine eklenir. Geliştirdiğimiz veri yapısında bu işlem, lock() fonksiyonu ile gerçekleştirilmektedir. Daha sonra, etikette herhangi bir değişiklik olup olmadığını kontrol etmek için yeni bir özet değeri hesaplanır ve özet kümesinin içerisindeki eski özet değerleri ile karşılaştırılır. Bu andan sonra, etiketin bağlantılarında veya değişmez veride bir değişiklik gerçekleşirse, farklı özet çıkacağından, verinin değişip değişmediği ve değişmişse bulunduğu pozisyon otomatik olarak tespit edilecektir. Çıkan sonuçlar eşitse yapının değiştirilmediği; sonuçlar eşit değilse yapının değiştirildiği anlamına gelir. Bu işlem, isLock() fonksiyonu ile

gerçekleştirilmektedir. Etiketinin Lock ve islock durumunun genel yapısı Şekil 4’te gösterilmiştir.



Şekil 4. Lock ve Unlock durumu (Lock and Unlock status)

Etiket özet değerinin hesaplanması için kullanılan örnek özet bulma formülü aşağıdaki gibidir:

$$\text{hash}(\text{ZDD'nin kök özet değeri} + \sum_{i=0}^n \text{değişmez ilişki}_i)$$

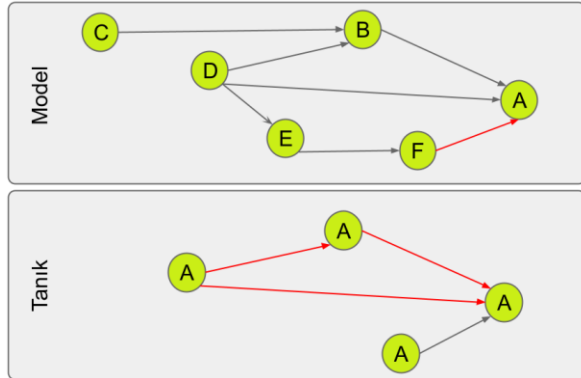
Şekil 5’te yer alan algoritma sayesinde, düşük karmaşıklık ile değişikliklerin sistemdeki tüm noktalara taşınması sağlanmaktadır. Algoritmada güncellemeler, model ve tanık katmanlarındaki çizgenin değiştirilemez ilişkileri üzerinde gerçekleşir. Bu algoritma, derinlik ilk arama, dinamik programlama ve topolojik sıralama kullanılarak geliştirilmiştir. Sistem çok geçişli bir çizge olduğundan, bütün geçişleri gezmesi için düğümlerle kenarlar yer değiştirilmiştir. Böylece tüm kenarların gezilebilmesi sağlanmıştır. Bu sayede tüm sistem O(E) karmaşıklığı ile gezilmiş olur.

```
def update(graph, parent, weight_cost, start_edge):
    stack = [start_edge]
    visited = []
    while stack:
        edge = stack.pop()
        visited.append(edge)
        for neighbor_edge in graph.neighbors(edge):
            if neighbor_edge not in visited:
                visited.append(neighbor_edge)
            if edge not in parent:
                parent[neighbor_edge] = edge
                weight_cost[neighbor_edge] = weight_cost[edge] + graph[neighbor_edge]['weight']
                stack.append(neighbor_edge)
def run(graph, start_edge):
    weight_cost = defaultdict(int, {edge: 0 if start_edge else -sys.maxsize for edge in graph.edges})
    weight_cost[start_edge] = 0
    while len(required) > 0:
        update(graph, parent, weight_cost, start_edge)
```

Şekil 5. Değişikliklerin çizge yapısında güncellenmesi için kullanılan pseudo kod (Pseudo code used to update changes in graph structure)

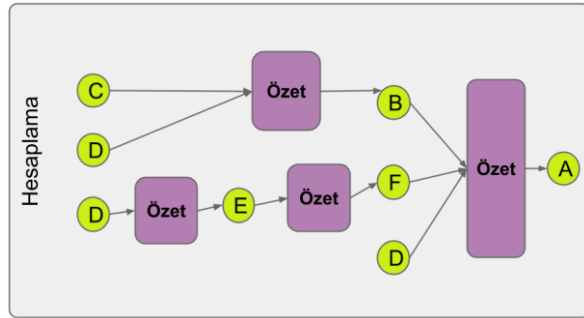
Geliştirdiğimiz modelde, güven mekanizması bulunmaktadır. Güven mekanizması, değişmez ilişkilerin toplamından meydana gelir. Güven mekanizması bu yönüyle, etiketlerin sıralanmasını sağlar. Yani, güven değeri yüksek olan etiket, daha güvenlidir ve üst sıralarda

yer alır. Diğer yandan hiçbir değişmez ilişki bulunmayan etiketler, şüpheli etiket olarak değerlendirilir. Örneğin Şekil 6'da, model katmanındaki A verisinin güven değeri, onu destekleyen değişmez ilişkilerin sayısı kadardır, yani 4'tür.



Şekil 6. Algoritma 1 ile hesaplanan A değeri (A value calculated by algorithm 1)

Model katmanında, ilişkilerin özetlenmesi ile oluşan değere ise *bağlam* adı verilmiştir. Şekil 6'daki özetleme hesaplamalarının sonucunda A'ya ulaşan değer, A'nın bağlamını oluşturmaktadır. Anlaşılacağı üzere, herhangi bir verinin yerinin değişmesi, A'nın bağlamını da değiştirecektir. Şekil 6'daki modelin bağlam değerinin hesaplanması Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Şekil 6'daki modelin bağlam değerinin hesaplanması (Calculating the context value of the model in Figure 6)

Geliştirdiğimiz modelde etiketler oylanabilmektedir. Bir etiketin oyu, etiketin kendi oyu ile barındırdığı alt etiketlerin oyunun toplamına eşittir. İstenirse, etiketler toplanırken bir etki faktörü kullanılabilir. Herhangi bir etiketin oyu çok yüksek olsa dahi, değişmez ilişkilerinde başka hiçbir etiket bulunmuyorsa, güvenilirliği düşük olacaktır. Yani sistemde, güvenilirlik ve oy olmak üzere iki farklı sıralama mekanizması bulunmaktadır. Oy mekanizmanın sisteme dahil edilmesinin nedeni, tanık katmanında hiçbir etiketi bulunmayan, yani şüpheli olarak addedilen etiketlerin, kullanıcıların oyları ile sisteme entegre edilebilmesini sağlamaktır. Diğer bir nokta, sistemde kullanıcıların da bir etiket olarak kabul edilmesidir. Böylece, etiketleri sabote eden ya da bir şekilde etiket paylaşım sürecine zarar veren kullanıcıların oyları, otomatik olarak silinir ve böylece modelin kendini koruması sağlanır.

Yöntem 1:

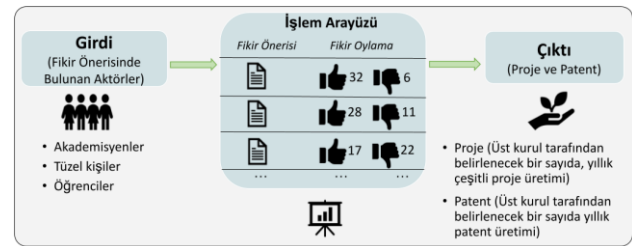
$$\square\square = \square\square\square\square\square\square\square\square + \sum_{\square=0}^{\square} \square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square * \text{Etki Faktörü}$$

Yöntem 2:

$$\square\square = \square\square\square\square\square\square\square\square + \sum_{\square=0}^{\square} \square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square\square$$

4.2. Fikir Geliştirme Laboratuvarı (Idea Development Laboratory)

Bu çalışmada, yenilikçi fikirlerin üretilmesi ve korunması amacıyla akademisyenleri, öğrencileri ve çeşitli sektörel, toplumsal aktörleri bir araya getiren, fikrin üretildiği andan projeye dönüştürülmesi sürecinde tüm bu unsurların disiplinlerarası şekilde çalışabileceği bir fikir laboratuvarı modeli önerilmiştir. Model, şeffaflık, değiştirilemezlik ve takip edilebilirliği sağlaması dolayısıyla blok zincirinden esinlenerek geliştirdiğimiz ve Etiket adını verdiğimiz yeni bir veri yapısı üzerine inşa edilmiştir. Geliştirdiğimiz bu yapının üzerine, kullanıcı arayüzü tasarlanmıştır. Bu sayede, yaratıcı fikirlerin takibi ve korunmasına yönelik katılımın, kullanım kolaylığının, başarımın ve sürdürülebilirliğin artırılmasına çalışılmıştır. Geliştirdiğimiz modeli oluşturan tasarımlar bu bölümde ele alınmıştır. Modelin genel tasarımı Şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 8. Modelin genel tasarımı (General design of the model)

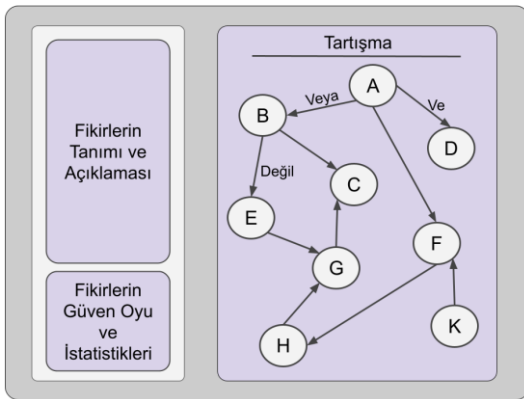
Her bir proje önerisinde, üst kurul tarafından belirlenen bir oranda öğrenci ve akademisyen bulunmak zorundadır. Etki faktörü ve beğeni oranına göre sıralanan projeler, en yüksek puanı alan ilk sırada olacak şekilde işlem arayüzünde listelenir. Öğrenciler, akademisyenler ve tüzel kişiler, bu yapı aracılığıyla hem proje önerisinde bulunabilir hem önerilen projeleri oylayabilir hem de öneriye sunulmuş projeler arasında kendilerine uygun olanları beğenip, bu projelerde yer almayı talep edebilirler. İşleme konulacak projelerde, söz konusu projeyi oylayan kişiler arasından, proje çalışanları belirlenir. Proje çalışanları, projede bulunması gereken oranlarda öğrenci, akademisyen ve tüzel kişi olacak şekilde projeyi öneren aktör tarafından belirlenir. Projelerin sorumluluğu, proje önerisinde bulunan aktör ya da aktörlere aittir. Mezuniyet koşulu olarak her bir lisans öğrencisinin, üst kurul

tarafından belirlenen sayıda projede görev almış olması gerekir. Tamamlanan her bir projede görev alanlar, projede üstlendikleri sorumluluk düzeyinde etki faktörü kazanırlar.



Şekil 9. İşlem arayüzü (Operation interface)

Önerdiğimiz modele, geliştirilebilir arayüzü sayesinde tüm katılımcılar kişisel hesapları ile giriş yapabilir ve sistemde her bir katılımcının kendine ait fikir paylaşım profili bulunur. Bu kişisel profil sayesinde katılımcılar, kendi etiketleri (fikirlere) ile ilgili her gelişmeyi, kendi hesaplarından takip edebilir. Kullanıcı sisteme giriş yaptığında, ürettiği, paylaştığı ya da takip ettiği tüm fikirleri (etiketleri) ve bu fikirlerle ilişkili diğer fikir paylaşımlarını kendi ekranında özetlenmiş bir biçimde görebilir. Her bir kullanıcı, profil sayfasında kendi fikirleriyle ya da ilgi ve yetkinlik alanlarıyla alakalı fikirleri (etiketleri) yönetebilir. Kullanıcı, kendi ilgi ve yetkinlik alanlarıyla ilgili fikir önerilerinde bulunabilir, önerilen fikirleri destekleyebilir, önerilen fikirlere karşı çıkabilir ya da alternatif fikir üretebilir. Diğer yandan, paylaşılan fikirleri oylayarak fikirlerin geliştirilmesine, projelendirilmesine katkı sunabilir ve bu projelerde yer almak için başvuruda bulunabilir. Kullanıcılar, sisteme giriş yaptıklarında genel olarak hangi fikirlerin popüler olduğunu ya da kendi fikirlerinin nasıl geri dönüşler aldığı takip edebilir.

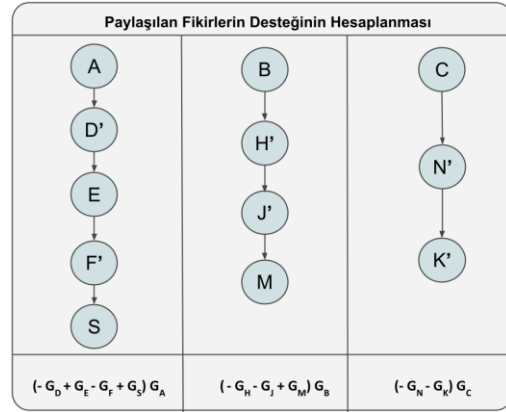


Şekil 10. Fikir laboratuvarının arayüzü (Interface of the idea lab)

Şekil 10'da görülebileceği gibi modelin arayüz ekranında, paylaşılan ve takip edilen fikirlerin gösterimi, söz konusu fikirlerin güven oyu ve istatistikleriyle birlikte tartışma bölümü yer almaktadır. Fikirlerin tanımı ve açıklaması,

proje değeri taşıdığı düşünülen ve paylaşılmak istenen fikirlerin yer aldığı kısmı ifade eder. Paylaşılan fikirlerin güven oyu, fikir paylaşım platformunda o fikrin ne kadar destek gördüğü ile ilintili olarak artar ya da azalır. Herhangi bir fikri paylaşan kişinin (etiket) bireysel güven oyu, paylaştığı fikrin güven oyuna belirli bir oranda etki eder. Bu da güven oyu yüksek olan kişilerin paylaştığı fikirlerin daha fazla etkiye sahip olması anlamına gelir. Fikirlerin, diğer fikirlerle ya da aynı fikrin alternatif versiyonları ile olan ilişkisi tartışma bölümünde yer alır. Burada fikirler arasında üç çeşit ilişki bulunmaktadır. "Ve" ilişkisi, paylaşılan fikirlerin desteklendiğini ifade eder. "Veya" ilişkisi, paylaşılan fikirlere bir alternatif getirildiğini ifade eder. "Değil" ilişkisi ise fikirlerin desteklenmediğini ifade eder. Modeldeki bu ilişkilerle kurulan fikir yapısı, ZDD'de tutulmaktadır.

Geliştirdiğimiz model bir uygulama olarak öğrenci, akademisyen ve sektörel-toplumsal aktörlerce kullanılabilir. Uygulamayı kullanan kişi ya da kurumların, kendi profil sayfaları olacak ve bu sayfada kendi uzmanlık alanları, ilgi alanları, yetkinlikleri, yetkinlik kazanmak istedikleri alanlar görülebilecektir. Üretilen fikirlerin sisteme girişi, korunması ve takibi bu profil sayfalarından yapılabilecektir. Her bir kullanıcı, sisteme giriş yaptığında, sistemde yer alan profil sayfasında kendisiyle ilgili önceki fikir ve proje geçmişini, kendi oluşturduğu ya da kendisini ilgilendiren konulardaki fikir önerilerini görebilecek ve bu fikirlerle ya da farklı fikirlerin mimarlarıyla etkileşim sağlayabilecektir. Böylece fikirler tartışılabilir, kullanıcılar arasındaki etkileşim artarak ve geliştirilerek, fikir paylaşım platformunda sosyal medya etkisi oluşacaktır.



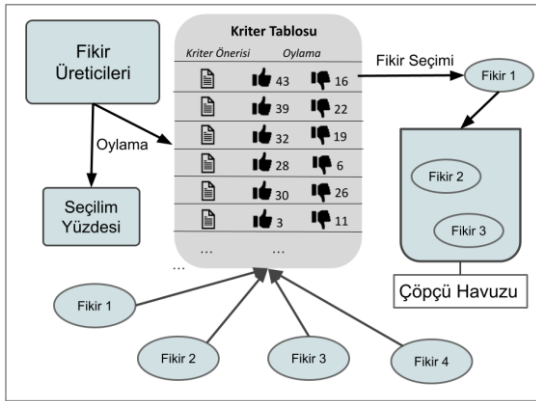
Şekil 11. Paylaşılan fikirlerin desteğinin hesaplanması (Calculation of support for shared ideas)

Şekil 11'de görülebileceği gibi ZDD'de tutulan fikirler, çarpımların toplamı şeklinde olduğu için, fikir etkileşimleri kolaylıkla belirlenebilir. ZDD yapısında fikirlerin sırası önemli değildir. Burada önemli olan, fikrin desteklenmesi, desteklenmemesi ya da bir alternatifinin üretilmesidir. Örneğin Şekil 11'de A fikri, E ve G fikirleri tarafından desteklenmiş; D ve F fikirleri tarafından yalanlanmıştır.

Durumu formalize etmek istersek, X ve K bir fikir olarak kabul edildiğinde, X fikrini geliştiren kişinin güven değerine G_x denir. Ayrıca, K fikrini destekleyen fikirler 1 değeri ile desteklemeyen fikirler ise -1 değeri ile ifade edilir. Örneğin, $G_A (D' G_D + E G_E + F' G_F + S G_S) = G_A (- G_D + G_E - G_F + G_S)$ işleminin sonucu A fikrinin güven değerini ifade eder.

Bir fikir desteklendiğinde, o fikir tanık katmanında kopyalanır. Bu durum o fikrin güven değerini artırır. Fikri destekleyen kişi, o fikre senkron olduğu için, söz konusu fikirdeki değişikliklerin her birini takip edebilir.

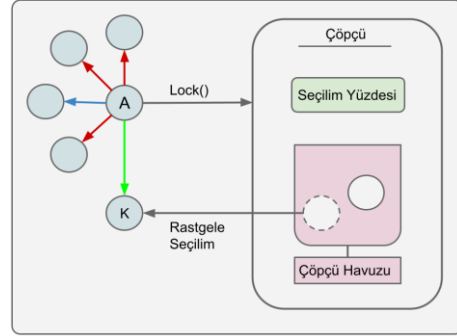
Tasarımızda, fikir çöpçüsü algoritmasına yer verilmesi düşünülmüştür. Fikir çöpçüsü algoritmasının tasarlanmasında, rastgele seçim algoritması kullanılmıştır. Fikir çöpçüsü sayesinde farklı bölgelerden, farklı alanlardan, güven oyu düşük olan fikirler de içine alacak şekilde belirli kriterlerle oluşturulmuş rastgele fikir seçimleri devreye girer. Örneğin bu sayede, platforma yeni katılan ve henüz güven oyu oluşmamış kişi ya da kurumların ürettiği fikirler, rassal olarak platformdaki diğer fikir takipçilerinin karşısına çıkarılır. Çöpçü algoritmasında, her fikir seçiminden sonra, başarı kriterlerine göre seçim fonksiyonu kendini günceller. Çöpçü algoritmasının genel tasarımı Şekil 12'deki gibidir.



Şekil 12. Çöpçü algoritması ile fikir seçiminin ve seçim yüzdesinin nasıl bulunduğu dair genel gösterimi (General representation of how the selection of ideas and the percentage of selection is found with the scavenger algorithm)

Çöpçü algoritması sayesinde, sınırlı güven oyu nedeniyle fikirlerini geniş ilişki ağına ulaştıramayan fikir üreticilerinin, rassal seçimlerle daha geniş kitlelerin karşısına çıkabilecek şekilde hareket ettirilmesi ve böylece fikir geliştirme süreçlerine dahil olabilmeleri sağlanır. Bunun için fikir üreticileri tarafından kararlaştırılacak kriterlere göre azımlık olarak (düşük güven oyuna sahip) belirlenen fikirler, kendileri ya da bir başkası tarafından çöpçü algoritmasının havuzuna kaydedilir. Her bir fikrin, fikir üreticilerinin belirlediği oranda, rassal fikirlerle ilişkilendirilme zorunluluğu bulunması önerilir. Herhangi bir fikir, eğer yeterince rassal fikir barındırmıyorsa, Lock() fonksiyonu çalıştırıldığında otomatik olarak çöpçü algoritması ile iletişime geçerek, bu algoritmanın sağladığı düşük etkili fikirleri bünyesine katar. Bu da hangi sebepten

ve hangi konuda olursa olsun etki oranı düşük kimselerin kayda değer olma ihtimali bulunan fikirlerinin belirli bir oranda görünür olmasını sağlar. Böylece, pek çok fikir ile diğeri arasında normal şartlarda bir mesafe (çizge) olmasına rağmen, sistem bazı önemli ve özel durumlarda uzak mesafedeki fikirleri, diğer kullanıcılara sunmuş olur. Çöpçü algoritmasının genel mekanizması Şekil 13'te gösterilmiştir.



Şekil 13. Çöpçü mekanizmasının genel gösterimi (General representation of the scavenger mechanism)

Geliştirilen modelde, paylaşılan fikirler düzenli olarak analiz edilebilir, teknolojik eğilimler gözlenebilir ve kapsamlı öngörüler edinilebilir. Bu öngörülerle ilgili bilgilendirmeler hızlı şekilde ilgili kurumlara ulaşabilir. Böylece, konu başlıkları ve yetkinlikler özelinde fikir üretimlerinin yönelimleri izlenebilir.

Sosyal medya etkisini de kullanan bu modelde, bilgi kirliliği ve manipülasyonu önlemeye yönelik "üretilen fikirlerin korunmasına, paylaşımına, değişimine ve takip edilebilirliğine odaklanılmıştır. Takip edilebilir ve korunabilir fikir paylaşımı sunan modelin temelinde, Blok zincirinin özetleme mekanizmasından ilham alarak geliştirdiğimiz ve Etiket adını verdiğimiz yapı kullanılmıştır. Bu sayede, fikirlerin gelişim, paylaşım ve değişim süreçleri mümkün hale gelirken; bu süreçlerin takibi ve korunması güvence altına alınmıştır. Model, fikir üretiminin yalnızca akademisyenler değil, öğrenciler ve tüzel kişilerin de katılımıyla geliştirilebileceği bir ortam sunar. Model, çok çeşitli ölçeklere uyarlanabilir ve ek olarak workshop, yarışma, kurs, kongre / konferans, dergi / yayın ve çeşitli disiplinlerarası etkinliklerle entegre edilebilir.

Verilerin korunması ve takibine yönelik her ne kadar yaygın ve güncel bir teknoloji olsa da geliştirdiğimiz modelde blok zinciri teknolojisi doğrudan kullanılmamıştır. Bunun nedeni, blok zincirinin döngüsel çizge yapısını desteklememesi, modelleme açısından bakım kolaylığı ve esneklik sunmaması ve değişebilir ilişkilere izin vermemesidir. Ancak yine de fikirlerin korunması ve takibine yönelik geliştirdiğimiz yapıya en yakın teknoloji olması dolayısıyla Etiket yapısı sonraki bölümde Blok zinciri ile karşılaştırılarak tartışılmıştır.

5. GEÇERLİLİĞE YÖNELİK TEHDİTLER (THREATS TO VALIDITY)

Blok zinciri pek çok katmandan meydana geldiği için, geliştirdiğimiz model, blok zincirinin tamamı yerine yalnızca blok zinciri veri yapısı ile karşılaştırılmıştır. İleride, farklı problemleri çözmek için diğer katmanlar projeye entegre edilerek, daha performanslı yaklaşımlar geliştirilmesi planlanmaktadır.

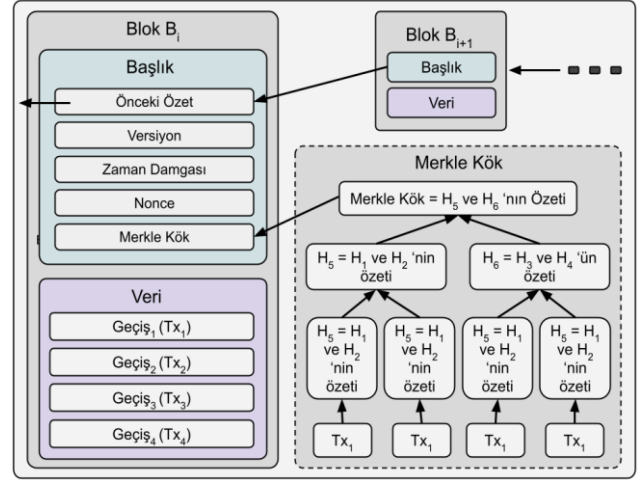
Geliştirdiğimiz modelin fiziksel olarak test edilmesi için, dört adet STM32 ve Lora Modülü kullanılmış ve bu doğrultuda verinin okunabilirliği, depolanabilirliği ve manipülasyonuna yönelik testler gerçekleştirilmiştir. Bunun sonucunda sistemin fiziksel olarak problemsiz çalışabilirliği tespit edilmiştir.

Geliştirdiğimiz çöpçü mekanizmasının testleri gerçekleştirilmemiştir. Bunun nedeni, çöpçü mekanizmasının rastgele seçim algoritması üzerine inşa edilmiş olmasıdır. Bu yapı, geçerliliği ve güvenilirliğinin bilinir olması ve teknolojik bir yenilik getirmemesi dolayısıyla bu çalışmada test edilmemiştir. Çalışmamızda, zaman ve alan açısından yenilik getiren kısımların testlerine odaklanılmıştır.

Son olarak çalışmamızda, finansal yetersizlikler nedeniyle geliştirdiğimiz modelin büyük kalabalıklar üzerinde denenmesi mümkün olmamış ve fikir birliği algoritmaları sınamamıştır. Bu nedenle, çalışmamızla ilgili olarak ileride bu tarz bir sınama gerçekleştirilmesi gerekli ve faydalı görülmektedir.

6. DEĞERLENDİRME (EVALUATION)

Geliştirdiğimiz model, özünde, blok zincirine bir alternatif olarak geliştirilmiştir. Çünkü senaryo bölümünde görülebileceği üzere, bazı yapıların blok zinciri altında gerçekleştirilmesi çok zordur. Aynı zamanda blok zinciri pek çok katmandan oluşan bir yapıya sahiptir. Şüphesiz her katman, bu proje ile uyumlu olmayacaktır. Bu nedenle projede, yalnızca gerekli katmanın kullanılmasına yönelinmiştir. Bu doğrultuda, blok zinciri veri yapısı ile bu çalışma kapsamında geliştirdiğimiz veri yapısı karşılaştırılarak, avantaj ve dezavantajlar ortaya konulmuştur.



Şekil 14. Standart blok zinciri veri yapısı (Standard blockchain data structure)

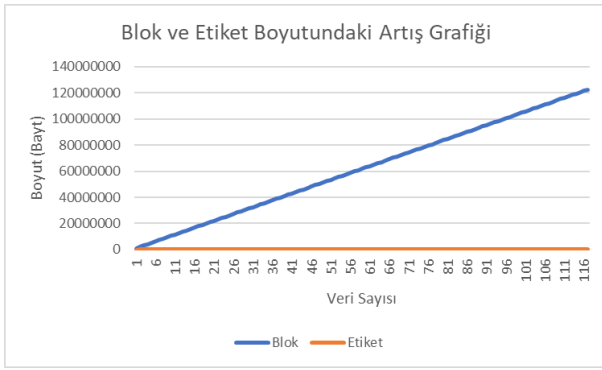
Standart bir blok zinciri yapısında, bağlı liste ve bağlı listenin içindeki her düğüm bir ağaçtan oluşur. Bu yapıda, Merkle kök değeri sayesinde verilerin değiştirilip değiştirilmediği $O(\log n)$ karmaşıklığı ile görülebilmektedir. Bunun yanında, herhangi bir veriye ulaşmak istendiğinde ilk önce $O(n)$ karmaşıklığı ile blok bulunur, daha sonra yine $O(n)$ karmaşıklığı ile veriye ulaşılır. Blok yapısının veri miktarı aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

$$\begin{aligned} \text{Blok büyüklüğü} &= \text{Önceki özet (256 Bayt)} + \text{Versiyon (256 Bayt)} \\ &+ \text{Zaman damgası (256 Bayt)} + \text{Nonce (256 Bayt)} + \text{Merkle kök (256 Bayt)} \\ &+ N * \text{Geçiş Büyüklüğü (10MB)} = 256 \text{ bayt} * 5 + 10 \text{ MB} = 10.00128 \text{ MB} \end{aligned}$$

Etiket yapısının veri miktarı ise aşağıdaki gibi formüle edilebilir:

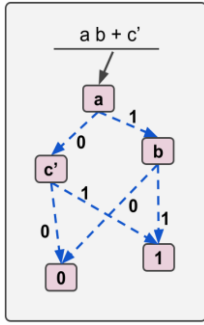
$$\text{Etiket büyüklüğü} = N * \text{Veri adresi (256 Bayt)} + \text{İlişki sayısı} * (256 \text{ Bayt}) = 512 \text{ bayt}$$

Yukarıdaki işlemlerden görülebileceği üzere verinin, modelin dışında tutulmasından dolayı modelde herhangi bir veri artışı gerçekleşmemektedir. Bu sayede yazılım mühendisliği açısından, veri manipülasyonu, tekrar problemi ve veri bakımı gibi avantajlar elde edilebilmektedir. Aynı zamanda veri ile model birbirinden ayrıldığı için modelleme daha kolay gerçekleştirilebilmektedir. Veri sayısı artarken blok ve etiketlerin boyutundaki değişim, Şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 15. Veri sayısı artarken blok ve etiketlerin boyutundaki değişim (Change in size of blocks and tags as the number of data increases)

Grafik 1, önerilen veri yapısı için Etiket mekanizmasının nasıl avantaj sağladığını göstermektedir. Her bloğun veya etiketin boyutu 10 MB olarak ve her adresin boyutu 256 bayt olarak ayarlanmıştır. Bu deney düzeneğinden görüldüğü gibi, işlenecek veriler blokların toplam miktarı ile doğrusal olarak artar. Ayrıca Etiket mekanizması tarafından işlenecek veriler, geleneksel blok zincirine kıyasla neredeyse yok denecek kadar azdır.



Şekil 16. ZDD gösterimi (Zero-Suppressed Decision Diagram representation)

ZDD sayesinde herhangi bir mantıksal ilişki, düşük zaman ve alan karmaşıklığına sahiptir. $O(n)$ karmaşıklığında iki tane ZDD birleşebilmektedir. Aynı zamanda çarpımların toplamı biçiminde yazılmış herhangi bir mantıksal ilişki, lineer karmaşıklığa sahiptir. ZDD yapısı kanonik olduğu için, kök özet değeri mantıksal ifadeye özgüdür ve farklı biçimdeki aynı mantıksal ifadeler aynı özet değerine sahiptir. Örneğin $ab + ac$ ve $a(b + c)$ eşitliği aynı kök özet değerine sahiptir. Bu yapı, bilebildiğimiz kadarıyla herhangi bir blok zincirinde bulunmamaktadır. Ayrıca, verileri indekslemek için B-Tree kullanılarak yaklaşık $O(\log n)$ karmaşıklığında arama sağlanabilir. Blok zincirinde böyle bir yapı, bilebildiğimiz kadarıyla bulunmamaktadır.

Etiket mekanizmasının avantajları Çizelge 1'de gösterilmiştir. Burada veri ile model ayrı tutularak, verilere rahatlıkla erişebilmek mümkün hale gelmiştir. Ayrıca Etiket yapısı, Blok zincirinden farklı olarak, değiştirilebilir ilişki yapısını da içerisinde barındırmaktadır.

Geliştirdiğimiz modelde üç önemli unsur bulunmaktadır. Bunlardan ilki, değişebilir ilişkilerdir. İkincisi, verilerin modelden ayrı tutulmasıdır, üçüncüsü ise oluşturulan çizgede yalnızca etiketlerin bulunmasıdır.

Tablo 1. Blok ve Etiket mekanizması / Veri odaklı karşılaştırma (Block and Tag mechanism / Data driven comparison)

Tür	Veri	yedekleme	Değişme	Silme	Ekleme	Değişme
Blok	İçeride	Model ve veri	Yok	Yok	Veri + 5* adres	Yok
Etiket	Dışarıda	Model veya veri	Var	Var	2*adres	Var

Çizelge 2'de, Blok zinciri veri yapısı ile geliştirdiğimiz Etiket veri yapısı karşılaştırılmıştır. Blok zincirinde her bir blok, bağlı liste yapısında saklanır. Blok zinciri veri yapısı, bunun dışında farklı bir saklama türüne izin vermemektedir. Bağlı listedeki operasyonlar, esnek değildir ve değiştirilmezdir. Buna karşın önerdiğimiz model, çeşitli yapıları barındırabildiği için Blok zincirindeki bloklara göre esneklik ve değişebilirlik avantajlarına sahiptir. Bloklar arasındaki bağlantılar, Blok zincirinde blokların farklı konumlara taşınmasını engellerken; önerdiğimiz Etiket yapısı, çizge tabanlı olması ve esnekliği dolayısıyla, bir etiketin farklı bir konuma taşınmasında herhangi bir probleme yol açmaz. Veri taşınabilirliği aynı zamanda indeksleme ile ilintilidir. Blok zincirindeki standart bloklarda kullanılan bağlı liste yapısında bu indekslemeyi oluşturmak oldukça zor iken; önerdiğimiz Etiket yapısı, her türlü indeksleme mekanizmasını kolaylıkla içinde barındırabilecek özelliklere sahiptir.

Tablo 2. Blok ve Etiket mekanizması / Veri yapısı odaklı karşılaştırma (Block and Label mechanism / Data structure driven comparison)

Tür	Veri Yapısı	Esneklik	Taşınabilirlik	İndeks	Arama
Blok	Bağlı liste	Yok	Yok	Yok	$O(n)$
Etiket	Döngülü Çizge + ZDD	Var	Var	Var	$O(\log n)$

Çizelge 3, iki yaklaşımı güven odaklı bir perspektiften ele almaktadır. Buna göre her bloğun güveni, bir önceki ekli bloğa bağlıdır ve blokların güveni, derece veya hiyerarşik bir şekilde gerçekleştirilemeyebilir. Öte yandan, Etiketler

birbirleri arasında farklı türde ilişkiler kurabilir ve farklı Etiketler için farklı güven dereceleri bulunabilir.

Tablo 3. Blok ve Etiket mekanizması / Güven odaklı karşılaştırma (Block and Label mechanism / Reliability-oriented comparison)

Tür	Güven Bağımlılığı (blok sayısı)	Güven Bağımlılığı (Yöntem)	Bakım onarım
Block	1	Sabit	Blok düzeyinde bütünlük yok. Önceki bloğa bağlı.
Tag	n	Derece tabanlı	Gerekirse farklı Etiketler işlenebilir.

Geliştirdiğimiz modelin fiziksel olarak test edilmesi için, dört adet STM32 ve Lora Modülü kullanılmış ve testler gerçekleştirilmiştir. Konsensüs algoritmaları bu aşamada entegre edilmemiş ancak bilginin saklanması, aranması ve transferi ile ilgili istemci-sunucu yapısında testler uygulanmıştır. Sonucunda, modelin fiziksel işlerliği tespit edilmiştir. Kodlar, GitHub linkinde¹¹ mevcuttur.

7. SONUÇ (CONCLUSION)

Fikir üretimi, toplumsal gelişim ve küresel ihtiyaçlar konusunda kritik rol oynar ancak yaratıcı fikirlerin korunması, takibi, paylaşılması ve ilgili noktalara ulaştırılması konusunda yaygın bazı problemler bulunmaktadır. Örneğin üniversiteler bünyesindeki uygulama laboratuvarları genellikle lisansüstü eğitime ve araştırmacı yetiştirmeye odaklıdır. Sektörle iş birliği içerisinde bulunan yapılar ise genellikle mezuniyet sonrası iş kurma ve yürütme odağında ilerler. Mevcut durumda, fikirlerin üretimini, korunmasını, yönetilmesini ve uygulama pratiğini geliştirebilecek öğrenci, akademisyen ve sektörel aktörler odaklı disiplinlerarası yaratıcı bir fikir laboratuvarı işlevi görebilecek bir yapının eksikliği dikkat çekmektedir. Çalışmamızda söz konusu ihtiyaçtan hareketle, yenilikçi fikirlerin üretilmesi ve korunması amacıyla akademisyenleri, öğrencileri ve çeşitli sektörel, toplumsal aktörleri bir araya getiren, fikrin üretildiği andan projeye dönüştürülmesi sürecinde tüm bu unsurların disiplinlerarası şekilde çalışabileceği bir fikir laboratuvarı modeli önerilmiştir.

Geliştirdiğimiz yapı ile fikir paylaşımına yönelik güvenilirlik problemleri ortadan kaldırılarak, yenilikçi fikir üretimi konusunda birbirinden kopuk olabilen akademisyenler, öğrenciler, sektörel aktörler ve toplumun ortak hareket edebileceği bir zemin oluşturulmuştur. Böylelikle fikirselleşmiş çözümlerin rassal bir şekilde

gelişmesinin, bireysel ve yetersiz kalmasının, dolayısıyla zaman ve maliyet kayıplarının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir.

Geliştirdiğimiz model, fikir üretimine odaklanması dolayısıyla, teknoloji transfer ofisleri ve teknokentlerin ön basamağı olarak düşünülmüş ve tüm bu süreçlerin rahatlıkla yönetilmesini sağlayan bir yazılım etrafında şekillendirilmiştir. Geliştirilen modelde fikirlerin takibi ve korunması amaçlandığı için, gözlemlenebilirlik ve izlenebilirlik açısından en çok kullanılan teknoloji olan blok zincirinden esinlenilmiştir. Ancak blok zinciri teknolojisi, mantıksal ilişki kurulamaması, döngülü çizge oluşturulamaması, değişebilir ilişkileri tanımlayamaması gibi çeşitli probleme sahiptir. Blok zincirinin, geliştirdiğimiz fikir ağına entegre edilmesindeki problemleri giderebilmek için, Etiket adını verdiğimiz üç katmanlı bir veri yapısı geliştirilmiştir. Böylece, önerdiğimiz fikir ağının döngüsel çizgeyi desteklemesi, model ile verinin birbirinden ayrılması, değişebilir ilişkilerin tanımlanması, indeksleme mekanizmalarının desteklenmesi ve mantıksal ilişkilerin modele entegrasyonu sağlanmıştır. Önerdiğimiz veri yapısının işlevselliği, blok zincirin blok yapısı ile karşılaştırılarak test edilmiştir. Sonuçta, geliştirdiğimiz yapının, zaman ve alan karmaşıklığının yanı sıra sürdürülebilirlik açısından daha yüksek başarımla ortaya koyduğu tespit edilmiştir.

Geliştirdiğimiz yapının, yenilikçi fikirlerin üretilmesi ve geliştirilebilmesi için disiplinlerarası bir anlayışa ve çalışma ortamına duyulan ihtiyacı gidermesi beklenmektedir. Ayrıca toplumsal ihtiyaçlara ve problemlere yönelik fikir üretip bu fikirleri projeye dönüştürme konusunda öğrencilerin ve akademisyenlerin teşvik edilmesi ve eğitilmesine katkı sunması beklenmektedir.

Çalışmamızda önerdiğimiz yapının işlevselliğine dair geliştirdiğimiz testlere ilaveten, ileriki çalışmalarda fikir laboratuvarı modelinin bir bütün olarak pilot uygulamaların gerçekleştirilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] L. Apostel, "Interdisciplinarity Problems of Teaching and Research in Universities, Organisation for Economic Cooperation and Development", Paris Centre for Educational Research and Innovation, France, 1972.
- [2] S. Veine vd., "Reflection as a core student learning activity in higher education - Insights from nearly two decades of academic development," International Journal for Academic Development, vol. 25, no. 2, pp. 147-161, 2020.
- [3] B. Stuart, "After the darkest hour... Integrity and engagement in the development of university research." **The University Research System. The Public Policies of the Home of Scientists**, Editor: Witrock, B. & Elzinga, A., Escocolmo, Almqvist & Wiksell International, 1985.

¹¹ <https://github.com/kursuApp/tag/>

- [4] B. Vienni Baptista, F. Vasen, and J. C. Villa Soto, "Interdisciplinary Centers in Latin American Universities: The Challenges of Institutionalization," *Higher Education Policy*, vol. 32, no. 3, pp. 461–483, 2019.
- [5] P. Weingart and B. Padberg, **University Experiments in Interdisciplinarity: Obstacles and Opportunities**. Transcript Verlag, 2014.
- [6] R. J. Lawrence, "Interdisciplinary science: A coming of age," *NYAS Sciences Magazine*, 18, 2016.
- [7] M. M. Hynes and W. J. Hynes, "If you build it, will they come? Student preferences for Makerspace environments in higher education," *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 28, no. 3, pp. 867–883, 2018.
- [8] D. A. Garvin, A. C. Edmondson, and F. Gino, "Is yours a learning organization?" *Harv. Bus. Rev.*, vol. 86, no. 3, pp. 109–116, 2008.
- [9] O. de Pablos Patricia and M. D. Lytras, "Competencies and human resource management: implications for organizational competitive advantage," *Journal of Knowledge Management*, vol. 12, no. 6, pp. 48–55, 2008.
- [10] H. M. Chen and W. Y. Chang, "The essence of the competence concept: Adopting an organization's sustained competitive advantage viewpoint," *Journal of Management & Organization*, vol. 16, no. 5, pp. 677–699, 2010.
- [11] K. G. Lewis, "Pathways toward improving teaching and learning in higher education: International context and background," *New Dir. Teach. Learn.*, vol. 2010, no. 122, pp. 13–23, 2010.
- [12] A. Sohel-Uz-Zaman and U. Anjalin, "Knowledge innovative organization: The effect of constant organization renewal," *Journal of Service Science and Management*, 2(04), 384, 2009.
- [13] T. Lockwood and T. Walton, **Corporate Creativity: Developing an Innovative Organization**. Simon and Schuster, 2010.
- [14] R. Wang, "Evolutionary game of knowledge sharing in master-apprentice pattern of innovative organization," *International Journal of Innovation Science*, vol. 11, no. 3, pp. 436–453, 2019.
- [15] D. Cruz-Amarán, M. Guerrero, and A. D. Hernández-Ruiz, "Changing Times at Cuban Universities: Looking into the Transition towards a Social, Entrepreneurial and Innovative Organization," *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 12, no. 6, p. 2536, 2020.
- [16] G. A. Olcay and M. Bulu, "Technoparks and technology transfer offices as drivers of an innovation economy: Lessons from İstanbul's innovation spaces", *Journal of Urban Technology*, 2016.
- [17] İ. Durak, H. M. Arslan, and Y. Özdemir, "Application of AHP–TOPSIS methods in technopark selection of technology companies: Turkish case," *Technology Analysis & Strategic Management*, 34(10), 1109–1123, 2022.
- [18] A. M. Soares, J. L. Kovalski, S. Gaia, and D. M. de G. Chiroli, "Building Sustainable Development through Technology Transfer Offices: An Approach Based on Levels of Maturity," *Sustain. Sci. Pract. Policy*, vol. 12, no. 5, p. 1795, 2020.
- [19] L. Winks, N. Green, and S. Dyer, "Nurturing innovation and creativity in educational practice: principles for supporting faculty peer learning through campus design," *Higher Education*, vol. 80, no. 1, pp. 119–135, 2020.
- [20] M. Değerli, ve M. Tolon, "Teknoloji transfer ofisleri için kritik başarı faktörleri," *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, vol. 9, no. 2, pp. 197–220, 2016
- [21] P. Serdyukov, "Innovation in education: what works, what doesn't, and what to do about it?" *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*, vol. 10, no. 1, pp. 4–33, 2017.
- [22] K. Lindvig, C. Lyall, and L. R. Meagher, "Creating interdisciplinary education within monodisciplinary structures: the art of managing interstitiality," *Studies in Higher Education*, vol. 44, no. 2, pp. 347–360, 2019.
- [23] M. Groulx, N. Nowak, K. Levy, and A. Booth, "Community needs and interests in university–community partnerships for sustainable development," *Int. J. Sustainability Higher Educ.*, vol. 22, no. 2, pp. 274–290, 2020.
- [24] S. N. Barringer, E. Leahey, and K. Salazar, "What Catalyzes Research Universities to Commit to Interdisciplinary Research?," *Res. High. Educ.*, vol. 61, no. 6, pp. 679–705, 2020.
- [25] M. Cavallone, M. V. Ciasullo, J. Douglas, and R. Palumbo, "Framing higher education quality from a business perspective: Setting the conditions for value co-creation," *Studies in Higher Education*, vol. 46, no. 6, pp. 1099–1111, 2021.
- [26] V. J. Miller, E. R. Murphy, C. Cronley, N. L. Fields, and C. Keaton, "Student experiences engaging in interdisciplinary research collaborations: A case study for social work education," *J. Soc. Work Educ.*, vol. 55, no. 4, pp. 750–766, 2019.
- [27] K. Jæger, "New-Style Higher Education: Disciplinarity, Interdisciplinarity and Transdisciplinarity in the EHEA Qualifications Framework," *Higher Education Policy*, vol. 34, no. 1, pp. 155–174, 2021.
- [28] R. Belwal, S. Belwal, A. B. Sufian, and A. Al Badi, "Project-based learning (PBL): Outcomes of students' engagement in an external consultancy project in Oman," 10.1108/et-01-2020-0006.
- [29] T. A. Björklund, T. Keipi, S. Celik, and K. Ekman, "Learning across silos: Design factories as hubs for co-creation," *European Journal of Education*, vol. 54, no. 4, pp. 552–565, 2019.
- [30] G. Kligyte, A. Buck, B. Le Hunte, S. Ullis, A. McGregor, and B. Wilson, "Re-imagining transdisciplinary education work through liminality: Creative third space in liminal times," *Aust Educ Res*, vol. 49, no. 3, pp. 617–634, 2022.
- [31] R. Brandenburg, J. Smith, A. Higgins, and J. Courvisanos, "The genesis, development and implementation of an interdisciplinary university Cross-School Research Group," *Aust Educ Res*, vol. 49, no. 3, pp. 489–510, 2022.
- [32] L. B. Bertel, M. Winther, H. W. Routhe, and A. Kolmos, "Framing and facilitating complex problem-solving competences in interdisciplinary megaprojects: an institutional strategy to educate for sustainable development," *Int. J. Sustainability Higher Educ.*, vol. 23, no. 5, pp. 1173–1191, 2022.
- [33] P.-S. Seow, G. Pan, and G. Koh, "Examining an experiential learning approach to prepare students for the volatile, uncertain, complex and ambiguous (VUCA) work environment," *The International Journal of Management Education*, vol. 17, no. 1, pp. 62–76, 2019.

- [34] J. Hannon, C. Hocking, K. Legge, and A. Lugg, “*Sustaining interdisciplinary education: Developing boundary crossing governance*,” Higher Education Research & Development, vol. 37, no. 7, pp. 1424–1438, 2018.
- [35] B. Rienties and Y. Hélot, “*Enhancing (in)formal learning ties in interdisciplinary management courses: a quasi-experimental social network study*,” Studies in Higher Education, vol. 43, no. 3, pp. 437–451, 2018.
- [36] S.-I. Minato, **Binary Decision Diagrams and Applications for VLSI CAD**. Springer, US, 2011.