



Research Article

ENVIRONMENTALLY RESPONSIBLE KNOWLEDGE AND TECHNOLOGY TRANSFER: INTERDISCIPLINARY COLLABORATION THROUGH THE QUINTUPLE HELIX MODEL APPROACH

ÇEVREYE DUYARLI BİLGİ VE TEKNOLOJİ TRANSFERİ: BEŞLİ SARMAL MODEL YAKLAŞIMIYLA DİSİPLİNLER ARASI İŞ BİRLİĞİ

Başak Kaftan¹ Ezgi Gülay² Gamze Saner³

¹Başak Kaftan Yaşar Üniversitesi Bilgi ve Teknoloji Transfer Ofisi -Ege Üniversitesi Çevre Bilimleri A.B.D, İzmir Türkiye, basak.kaftan@yasar.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0895-8905

²Ezgi Gülay Yaşar Üniversitesi Bilgi ve Teknoloji Transfer Ofisi -İzmir Katip Çelebi Üniversitesi İşletme A.B.D, İzmir Türkiye ezgi.gulay35@gmail.com, ORCID: 0000-0001-9550-3345

³Prof. Dr. Gamze Saner Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir Türkiye gamze.saner@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-2897-9543

Article Info:

Received: July 10, 2025

Revised: October 7, 2025

Accepted: October 7, 2025

Keywords:

disiplinlerarası iş birliği,
quintuple helix modeli, teknoloji
transferi

Anahtar Kelimeler:

interdisciplinary collaboration,
quintuple helix model, technology
transfer

DOI:10.46238/jobda.1739521

ABSTRACT

Climate change, resource scarcity, and sustainability crises necessitate the restructuring of knowledge and technology transfer models. In this context, the quintuple helix model-which emphasizes the interaction between academia, industry, government, civil society, and the environment-offers a holistic approach to achieving sustainable development goals. This study explores the multi-actor and interdisciplinary collaboration mechanisms provided by the quintuple helix framework to enhance the applicability of climate-focused technology transfer. The developed methodology consists of four main stages: identifying priority areas, analyzing knowledge assets, determining stakeholder needs, and conducting stakeholder matching. Information needs on the industry and government sides were collected through focus group discussions, semi-structured surveys, and field visits. Based on the findings, disciplines working in environmentally sensitive areas were identified, and eight interdisciplinary research teams were formed. To ensure that the generated knowledge and technologies create economic and environmental value, a unique environmentally oriented database was developed, incorporating diverse stakeholders from academia, industry, government, and civil society. This study proposes a comprehensive model for environmentally responsible knowledge and technology transfer and aims to contribute to green transformation policies.

ÖZ

İklim değişikliği, kaynak kıtlığı ve sürdürülebilirlik krizleri, bilgi ve teknoloji transferi modellerinin yeniden yapılandırılmasını gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda, üniversite, sanayi, kamu, sivil toplum ve çevre bileşenlerinden oluşan beşli sarmal yapı modeli, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu çalışmada, iklim odaklı teknoloji transferinin uygulanabilirliğini artırmak amacıyla beşli sarmal yapının sunduğu çok aktörlü ve disiplinler arası iş birliği mekanizmaları incelenmiştir. Geliştirilen metodoloji; öncelikli alanların belirlenmesi, bilgi varlıklarının analizi, paydaş ihtiyaçlarını belirleme ve eşleştirme olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Sanayi ve kamu tarafındaki bilgi gereksinimleri; odak grup toplantıları, anketler ve saha ziyaretleri ile toplanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda çevre duyarlı alanlarda çalışan disiplinler belirlenmiş ve 8 disiplinler arası araştırma ekibi oluşturulmuştur. Bilgi ve teknolojilerin ekonomik ve çevresel katma değere dönüşmesi amacıyla farklı paydaşların yer aldığı çevre duyarlı bir veri tabanı geliştirilmiştir. Bu çalışma, çevreye duyarlı bilgi ve teknoloji transferi için bütüncül bir model sunmakta ve yeşil dönüşüm politikalarına katkı sağlamayı hedeflemektedir. © 2024 JOBDA All rights reserved

1 | GİRİŞ

21. yüzyılda karşı karşıya kalınan çevresel krizler; iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı, kaynak kıtlığı ve ekosistem hizmetlerinin bozulması gibi çok boyutlu tehditleri beraberinde getirmektedir (IPCC, 2023). Bu küresel sorunlar yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve teknolojik boyutlarıyla da ele alınması gereken çok aktörlü yapılar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmek için bilgi ve teknoloji üretim süreçlerinin disiplinler arası ve çok paydaşlı bir yapı ile desteklenmesi gerekmektedir (Carayannis ve Campbell, 2010).

2 | LİTERATÜR TARAMASI

Teknoloji transferi, üniversiteler, kamu laboratuvarları veya şirketler tarafından geliştirilen bilgi, teknik veya yeniliklerin diğer kurumlara pratik uygulama amacıyla aktarılmasıyla gerçekleşen karmaşık ve çok boyutlu bir süreçtir (Bozeman, 2000). Bilgi ve teknoloji transferi süreçleri, geçmişten günümüze çeşitli modellemelerle açıklanmaktadır. En bilinen modellerden biri olan Üçlü Sarmal Model (Triple Helix Model), üniversite, sanayi ve kamu kurumları arasındaki etkileşimi temel alarak inovasyon süreçlerini tanımlamaktadır (Etzkowitz ve Leydesdorff, 2000). Üçlü Sarmal Model yaklaşımı, özellikle bilgi ekonomisinin gelişmesiyle birlikte, inovasyon ekosistemlerinde kurumlar arası etkileşimin stratejik önemini ortaya koymuş ve pek çok ülkede inovasyon politikalarının teorik altyapısını oluşturmuştur (Ranga ve Etzkowitz, 2013; Leydesdorff, 2012).

Ancak bu model, sürdürülebilir kalkınma hedefleri ve iklim krizi gibi çok boyutlu sorunlara çözüm üretmede yetersiz kalmış; bunun üzerine model genişletilerek Dörtlü Sarmal (sivil toplumun eklenmesi) ve son olarak Beşli Sarmal Model (Quintuple Helix Model) geliştirilmiştir (Carayannis ve Campbell, 2010). Dörtlü Sarmal Model, toplumsal aktörleri (sivil toplum, medya, kültürel aktörler) inovasyon sürecine dahil ederek toplumsal kabul ve sosyal inovasyon boyutunu güçlendirmektedir (Arnkil et al., 2010; Cavallini et al., 2016). Beşli sarmal modeli ise dörtlü sarmallara toplumun doğal çevresinin/çevrelerinin eklenmesiyle oluşmuştur (Keskin ve Ovalı, 2022). Beşli Sarmal Model, çevre faktörünü inovasyon sistemlerinin merkezine yerleştirerek çevresel sürdürülebilirliği yalnızca bir hedef değil, aynı zamanda bilgi ve değer üreten stratejik bir unsur olarak ele almaktadır. Bu yaklaşım, ekolojik bilgi üretimini ve çevre duyarlı teknolojilerin geliştirilmesini teşvik ederek sürdürülebilir kalkınmaya yönelik yenilikçi bir çerçeve sunmaktadır (Carayannis et al., 2012; Carayannis ve Rakhmatullin, 2014).

Bu model, çevre faktörünü inovasyon sistemlerinin merkezine yerleştirerek, çevresel sürdürülebilirliği sadece hedef değil, aynı zamanda bilgi ve değer üreten bir aktör olarak konumlandırmaktadır. Bu yaklaşım, ekolojik bilgi üretimini ve çevre duyarlı teknolojilerin geliştirilmesini teşvik etmektedir (Carayannis et al., 2012). Model, üniversite (bilgi üretimi), sanayi (uygulama), kamu (regülasyon), sivil toplum (toplumsal kabul) ve çevre (ekolojik denge) unsurlarını etkileşimli bir sistem olarak ele almaktadır (Carayannis ve Campbell, 2012; Miller et al., 2018). Bu yönüyle, özellikle iklim teknolojileri, döngüsel ekonomi, temiz enerji, atık yönetimi ve tarım inovasyonları gibi alanlarda teknoloji transferine stratejik bir çerçeve sunmaktadır (Miller et al., 2018; Cavallini et al., 2016).

Literatürde Beşli Sarmal Model'in (Quintuple Helix Model) kavramsal çerçevesi ayrıntılı biçimde tanımlanmış, bu modelin sürdürülebilirlik, inovasyon ve bilgi toplumu ekseninde teorik katkıları geniş ölçüde ele alınmaktadır (Carayannis ve Campbell, 2010; Carayannis, et al., 2012). Bu çalışma, söz konusu teorik modeli, Türkiye bağlamında uygulanabilir ve çoğaltılabilir bir teknoloji transferi modeli olarak ele alarak mevcut literatüre pratik bir katkı sunmaktadır. Özellikle "Dörtlü ve Beşli Sarmal Üniversite-Sanayi İş Birliği Modelleri" başlıklı makalede (Keskin ve Ovalı, 2022), Beşli Sarmal yapının teorik yönleri kapsamlı biçimde analiz edilmiş olsa da bu modelin Türkiye'de yeşil dönüşüm politikalarıyla nasıl entegre edilebileceği konusunda uygulamalı örnekler oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda, bu çalışma Beşli Sarmal Model yaklaşımını kullanarak, üniversite, sanayi, kamu, sivil toplum ve çevre paydaşları arasında disiplinler arası eşleşmelere dayalı bir teknoloji transferi modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Farklı ülkelerde beşli sarmal yaklaşımının yeşil inovasyon, iklim teknolojileri ve sürdürülebilir şehircilik politikaları gibi alanlara entegre edildiğine dair çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Cavallini et al., 2016; Carayannis ve Rakhmatullin, 2014; Miller et al., 2018). Bu çalışmalar, modelin pratikteki potansiyelini ortaya koymakta ve yerel bağlamlarda nasıl uyarlanabileceğine dair ipuçları sunmaktadır. Ancak söz konusu modelin Türkiye bağlamında disiplinler arası teknoloji transferi pratikleriyle nasıl entegre edileceği konusunda uygulamalı örneklerin sınırlı olduğu görülmektedir.

Bu nedenle, bu çalışmanın yenilikçi yönü, beşli sarmal yaklaşımının Türkiye'deki yeşil dönüşüm politikaları ve çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda uygulanabilir ve çoğaltılabilir bir teknoloji transferi modeli ile hayata geçirilecek olmasıdır. Böylece modelin yerel ihtiyaçlar, bilgi varlıkları ve sektör dinamikleriyle nasıl uyumlanabileceğine ilişkin ilk elden geliştirilen özgün bir uygulama çerçevesi sunulmaktadır.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, Paris Anlaşması'nın onaylanması, 2053 net sıfır emisyon hedefi ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi stratejik belgelerle uyumlu biçimde yeşil dönüşüm politikalarının hız kazandığı görülmektedir (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2023). Ancak bu dönüşümün başarılı olabilmesi için mevzuatın yanı sıra, üniversitelerin bilgi üretim kapasitesinin, sanayi ve kamu kuruluşlarının somut ihtiyaçlarıyla bütünleştirilmesi gerekmektedir. Bu noktada teknoloji transfer ofislerinin disiplinler arası ekipleri, sürdürülebilir çözümleri ve çevre odaklı projeleri bir araya getirme becerisi stratejik bir rol oynamaktadır.

Bu bağlamda çalışmanın temel amacı, bilgi ve teknoloji transferi süreçlerini beşli sarmal model çerçevesinde çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun biçimde yeniden yapılandırmak ve bu doğrultuda Türkiye örneği üzerinden uygulanabilir bir model geliştirmektir. Çalışmada aşağıdaki yenilikçi araştırma sorularına yanıt aranmaktadır:

1. Türkiye'de çevreye duyarlı bilgi ve teknoloji transferi süreçlerinde beşli sarmal modelin uygulanabilirliği nasıl yapılandırılmaktadır?
2. Beşli sarmal yapının yerel paydaşlar (üniversite, sanayi, kamu, sivil toplum ve çevre bağlamı) ile bütünsel biçimde kullanılması, disiplinler arası teknoloji transferi projelerinde ne tür avantajlar sağlamaktadır?
3. Türkiye'de sanayi ve kamu kurumlarının çevre temelli bilgi ihtiyaçları üniversite bilgi varlıklarıyla nasıl etkin biçimde eşleştirilebilmekte ve bu eşleşmeler kalıcı iş birliklerine nasıl dönüştürülebilmektedir?

Bu araştırma sorularına yanıt ararken, TÜBİTAK 1601 Yenilik ve Girişimcilik Alanlarında Kapasite Artırılmasına Yönelik Destek Programı 4230008 nolu proje kapsamında yürütülen saha çalışmaları, odak grup görüşmeleri ile uygulamalı eşleştirme süreçlerinden elde edilen bulgulara dayalı özgün ve çoğaltılabilir bir model geliştirilmiştir. Söz konusu proje kapsamında toplanan veriler kullanılmış olup, bu çalışmada kullanılabilmesi için ek bir izin alınmasına gerek bulunmamaktadır. Söz konusu model, dört temel aşamadan oluşmaktadır: (i) Öncelikli çevresel alanların belirlenmesi, (ii) Üniversite bilgi varlıklarının analizi, (iii) Paydaş ihtiyaçlarının sistematik şekilde tanımlanması ve (iv) Çok aktörlü eşleştirme mekanizmalarının kurulmasıdır. Bu yapı, hem disiplinler arası Ar-Ge ekiplerinin oluşturulmasını, hem de teknoloji transferi süreçlerinin çevresel etkilerle bütünleşmesini olanaklı kılmaktadır.

3 | ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu araştırma, nitel araştırma deseni ile yapılandırılmış ve uygulamalı bir teknoloji transferi modelinin geliştirilmesine yönelik bir durum çalışması (case study) yöntemiyle yürütülmektedir. Durum çalışması, karmaşık sosyal olguların bütüncül ve derinlemesine incelenmesine olanak tanıyan bir araştırma yaklaşımıdır (Yin, 2018).

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak, nitel araştırmalarda yaygın şekilde kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler, araştırmacıya belirli bir yapı ve yönlendirme sağlarken, katılımcının deneyim ve görüşlerini detaylı bir şekilde ifade etmesine olanak tanımaktadır (Patton, 2015). Bu çalışmada, nitel araştırmalarda yaygın olarak kullanılan veri toplama aracı olan yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılarak, saha ziyaretleri yoluyla derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilerek veriler toplanmıştır (Creswell ve Poth, 2018). Bu yöntem, çevreye duyarlı bilgi ve teknoloji transferi süreçlerinin çok aktörlü ve çok boyutlu yapısını derinlemesine anlamak amacıyla tercih edilmiştir.

Bu yöntem, çevreye duyarlı bilgi ve teknoloji transferi süreçlerinin çok aktörlü ve çok boyutlu yapısını anlamak ve bu yapıyı ayrıntılı bir biçimde ortaya koymak amacıyla tercih edilmiştir.

4 | ARAŞTIRMANIN ÖRNEKLEMİ

Araştırmanın örneklemini, çevre odaklı teknolojilerle ilgili araştırma ve uygulama yapan akademisyenler, sanayi temsilcileri, kamu kurumu ve sivil toplum kuruluşu yetkilileri oluşturmaktadır. Katılımcılar, maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi ile seçilmiş olup özellikle daha önce patent, proje, girişimcilik deneyimi bulunan akademisyenler önceliklendirilmiştir. Üniversite bilgi varlıklarının analizi sonucunda toplamda 176 akademisyenin katkısı belirlenmiş; bu akademik potansiyel Enerji, Yapı-İnşaat, Tarım-Gıda-Orman, Mobilite ve Endüstriyel Üretim olmak üzere beş ana sektörde sınıflandırılmıştır. En fazla akademisyen katkısının Endüstriyel Üretim (44 kişi) ve Enerji (41 kişi) alanlarında yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Diğer yandan, sanayi, kamu ve sivil toplum kuruluşlarına yönelik veri toplama süreci kapsamında farklı illerden sektör temsilcileriyle de derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Böylece modelin yerel düzeydeki akademik yapı ile ulusal düzeydeki paydaş ihtiyaçlarını bütünleştirecek biçimde genişletilmesi sağlanmıştır. Sanayi örnekleme oluşturulurken yalnızca büyük ölçekli firmalar değil, aynı zamanda çevresel teknoloji alanında faaliyet gösteren KOBİ'ler de dahil edilmiştir. Bu kapsamda; İzmir, İstanbul, Bursa, Ankara ve Manisa illerinde faaliyet gösteren 28 firma ile İzmir ve Ankara merkezli 3 sivil toplum kuruluşu ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşülen firmalar arasında enerji, tarım-gıda, lojistik, mühendislik, hayvancılık, ambalaj ve yapı malzemeleri sektörlerinde faaliyet gösteren büyük ölçekli şirketler ile KOBİ'ler yer almaktadır. STK'lar ise temiz enerji, ihracat ve teknoloji geliştirme odaklı faaliyet yürüten kuruluşlardan seçilmiştir. Bu yapı, modelin yerel düzeydeki akademik kapasite ile ulusal düzeydeki sanayi ve sivil toplum ihtiyaçlarını eşleştirecek şekilde bütüncül olarak kurgulandığını göstermektedir.

Beşli sarmal yapı yaklaşımıyla önerilen model aşağıdaki dört temel işlem adımı üzerine yapılandırılmıştır:

1. Öncelikli alanların belirlenmesi
2. Üniversite bilgi varlıklarının analizi
3. Paydaş ihtiyaçlarının sistematik olarak tanımlanması
4. Çok aktörlü eşleştirme mekanizmalarının kurulması

5 | BULGULAR

İklim değişikliği ile mücadelede etkili politika ve uygulamaların geliştirilmesi; üniversiteler, sanayi, kamu, sivil toplum ve çevre bağlamının bir araya geldiği bütüncül bir iş birliği mekanizması gerektirmektedir. Bu bağlamda çalışmada, Beşli Sarmal (Quintuple Helix) modelinden hareketle, iklim teknolojileri alanında mevcut bilgi varlıkları, paydaş ihtiyaçları ve çok aktörlü eşleştirme potansiyelleri analiz edilmiştir. Aşağıda sırasıyla öncelikli alanların belirlenmesi, üniversite bilgi varlıklarının analizi, paydaş ihtiyaçlarının tanımlanması ve eşleştirme mekanizmalarının oluşturulmasına ilişkin bulgular yer almaktadır.

Öncelikli Alanların Belirlenmesi: “Türkiye’nin İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (CCMSAP) 2024-2030” kapsamında belirtilen ikincil veri kaynağı kullanılarak aşağıdaki Çizelge 1’ de görülen enerji, sanayi, binalar, ulaşım, tarım, atık, arazi kullanımı olarak 6 ana sektör belirlenmiştir.

Tablo 1. Türkiye’nin İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (CCMSAP) 2024-2030 Kapsamında Belirlenen Sektör ve Öncelikli Alanlar

Sıra	Sektör	Öncelikli Alanlar
		• Elektrik sektörünü diğer sektörlerle entegre etmek ve talep tarafı katılımını desteklemek • Elektrik üretiminde karbon yönetimini azaltmak

1	ENERJİ	• Elektrik altyapısını güçlendirmek, iletim ve dağıtımda verimliliği artırarak teknik kayıp oranını düşürmek • Düşük karbonlu üretim teknolojilerinin kullanımını teşvik etmek ve elektrik üretiminde alternatifleri güçlendirmek • Sera gazı emisyonlarını azaltmak için karbon yakalama, kullanımı ve depolaması konusunda bir yol haritası geliştirmek
2	SANAYİ	• Üretim sanayisinde yenilenebilir enerji kullanımını artırmak • Üretim sanayisinde enerji verimliliği potansiyelini optimize etmek • Üretim sanayisinde karbon ayak izini ve GSYİH başına düşen CO2 - eşdeğer yoğunluğunu azaltmak • Sürdürülebilirlik raporlamasını teşvik etmek • Üretim sanayisi paydaşlarının kapasitesini geliştirmek • Döngüsel ekonomi ve kaynak verimliliğini üretim sanayisinde yaygınlaştırmak • Ulusal kaynaklarla Ar-Ge ve inovasyon yoluyla yeni teknoloji seçenekleri geliştirmek • Sürdürülebilir yatırım araçları geliştirerek yatırımcılara uygun finansman kaynakları sağlamak
3	BİNALAR	• Mevcut binalarda enerji verimliliğini artırmak • Yeni binalarda enerji verimliliğini geliştirmek • Binalarda kullanılan elektrikli cihaz, ekipman ve sistemlerde enerji verimliliğini artırmak • Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinin kullanımını teşvik etmek • Ulusal Yeşil Sertifikasyon Sistemi (YeS-TR) uygulamasıyla çevre dostu tasarım ve yapı malzemelerinin kullanımını desteklemek • İnşaat ekosisteminin dijital dönüşümünü sağlamak için Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) araçlarının kullanımını yaygınlaştırmak ve teşvik etmek
4	TARIM	• Hayvancılıktan kaynaklanan metan emisyonlarını azaltmak • Kimyasal gübre kullanımında verimliliği artırmak • Pestisit ve antimikrobiyal kullanımını azaltmak • Tarımsal üretimde kayıp, atık ve artık yönetimini geliştirmek • Arazi ve toprak yönetiminde verimliliği artırmak • Çiftçilerin uygun maliyetli finansmana erişimini sağlamak • Tarım sektöründe faaliyet gösteren paydaşlara yönelik cinsiyet dengesi gözetilerek eğitim, farkındalık artırma ve kapasite geliştirme faaliyetlerini teşvik etmek

5	ULAŞIM	• Ulaşımında deniz ve demiryolu taşımacılığına geçişi sağlamak • Ulaşım sektöründe verimliliği artırmak • Ulaşım sistemlerinde sürdürülebilir/temiz enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak • Sektörel karbon azaltımı için gerekli altyapı çalışmalarını gerçekleştirmek
6	ATIK	• Atık ve atık su oluşumunu önlemek ve azaltmak • Atık geri dönüşüm ve geri kazanım oranlarını iyileştirmek • Düzenli depolama sahalarına arıtılmamış atık miktarını azaltmak • Atık su yönetimi ve arıtma altyapısını geliştirmek • Sıfır atık uygulamaları ve sera gazı emisyonlarının azaltımı kapsamında insan kaynakları ve sosyal farkındalık geliştirmek • Döngüsel ekonomi ilkelerini ve sera gazı azaltımını dikkate alarak atık yönetimini iyileştirmek için teşvik ve finansman mekanizmaları geliştirmek • Döngüsel ekonomi ilkelerini ve sera gazı azaltımını dikkate alarak atık yönetimini iyileştirmek için Ar-Ge faaliyetlerini ve teknolojik altyapıyı artırmak • Atıkların üretim süreçlerinde hammadde/kaynak olarak kullanımını artırmak • Atık işleme ekipmanları ve araçlarından kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmak

Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadele politikalarına yön veren CCMSAP 2024-2030 belgesi temel alınarak, karbon emisyonlarının azaltımı ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda enerji, sanayi, binalar, tarım, ulaşım ve atık sektörlerinde stratejik öncelikli alanlar tanımlanmıştır. Bu sektörler, hem ulusal düzeyde çevresel etkilerin azaltılması, hem de teknolojik dönüşümün hızlandırılması açısından kritik öneme sahip bulunmaktadır.

Üniversite Bilgi Varlığının Analizi: Bu çalışma, üniversitelerde iklim teknolojilerine yönelik bilgi varlıklarının analizine odaklanan nitel bir araştırmadır. Araştırma sürecinde, amaçlı örnekleme yöntemiyle seçilen beş farklı üniversitenin Teknoloji Transfer Ofisi (TTO) temsilcisi ile yarı yapılandırılmış görüşme formu ile derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiş ve bu görüşmelerden elde edilen veriler, ikincil veri kaynağı olarak Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) tarafından yayımlanan “İklim Teknolojileri Radarı” ile eşleştirilmiştir (TTGV, 2023). Belirlenen öncelikli teknoloji alanları kapsamında üniversitelerde patent portföyü, girişimcilik çıktıları ve proje yürütme deneyimi bulunan akademisyenlerin bilgi varlıkları analiz edilmiştir.

Tablo 2’de endüstriyel üretim, enerji ve tarım alanlarında olmak üzere üç farklı sektördeki öncelikli teknolojilerdeki üniversite bilgi varlıkları özetlenmiştir. Tabloda belirtilen sektörler, iş birliği yapma potansiyeli, sektörel dönüşüm gereksinimleri ve paydaşların ilgi ve öncelikleri göz önünde bulundurularak belirlenmiş ve bir araya getirilmiştir.

Tablo 2’de Üç Farklı Sektördeki Öncelikli Teknolojilerdeki Üniversite Bilgi Varlıkları

Sıra	Sektör	Öncelikli İklim Teknolojileri	Akademisyen Sayısı
1	ENDÜSTİYEL ÜRETİM	Akıllı Üretim Teknolojileri ve Dijitalleşme	1
		Endüstriyel Simbiyoz (Döngüsel Ekonomi) ve Geri Kazanım Teknolojileri	2
2	ENERJİ	İleri Enerji Depolama Teknolojileri	1
		Yeni Nesil Fotovoltaik Hücre, Panel ve Sistem Teknolojileri	1
		Düşük Karbon Salımlı veya Karbonsuz Hidrojenerji Sistem Teknolojileri	1
		Yeni Nesil Yenilenebilir Enerji Teknolojileri	1
3	TARIM	Akıllı Tarım ve Hassas Teknolojiler	2
		Alternatif Protein Üretim Teknolojileri	1
		Bitkisel Tarım Atıkları, Gıda Atıkları ve Biyokütle Kaynaklarının Değerlendirme Teknolojileri	1

Üniversitelerdeki iklim teknolojilerine ilişkin bilgi varlıkları, TTGV İklim Teknolojileri Radarı referans alınarak derinlemesine analiz edilmiştir. Bu kapsamda, ilgili akademik personelin proje deneyimleri, patent portföyü ve girişimcilik çıktıları değerlendirilmiştir. Endüstriyel üretim, enerji ve tarım alanlarında öncelikli teknolojilere odaklanan bu analiz, üniversitelerin sahip olduğu kapasitenin sektörel ihtiyaçlarla nasıl eşleşebileceğine dair somut göstergeler sunmaktadır. Çalışma, üniversite bilgi varlıklarının sadece araştırma potansiyeli değil, aynı zamanda ticarileşme ve teknoloji transferi açısından da önemli bir kaynak olduğunu ortaya koymaktadır.

Paydaş ihtiyaçlarının sistematik olarak tanımlanması; Araştırma kapsamında, nitel araştırma yöntemlerinden yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılarak sanayi ve sivil toplum kuruluşlarının (STK) iklim değişikliği bağlamındaki ihtiyaçları analiz edilmiştir. Bu teknik, araştırmacıya belirli bir soru seti doğrultusunda veri toplama olanağı sunarken, aynı zamanda katılımcıların kendi deneyim ve perspektiflerini ayrıntılı olarak aktarmalarına olanak tanımaktadır. Görüşmeler, önceden belirlenmiş temalar çerçevesinde yönlendirilmiş olup, ancak esnek yapısı sayesinde yeni ve öngörülmemiş bilgilerin de ortaya çıkmasını da sağlamaktadır. Bu yöntem, derinlemesine veri elde etme ve katılımcıların bağlama özgü ihtiyaçlarını anlamada etkili bir araç olarak tercih edilmiştir (Yıldırım ve Şimşek, 2021).

Bu çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, sanayi ve sivil toplum kuruluşlarının iklim değişikliğiyle mücadele kapsamında karşılaştıkları temel ihtiyaç alanları belirlenmiştir. Elde edilen veriler, kurumların özellikle finansmana erişim, teknoloji transferi, kapasite geliştirme ve mevzuat uyumu konularında desteğe ihtiyaç duyduklarını ortaya koymaktadır. Katılımcılar tarafından sektörel düzeyde iklim teknolojilerinin ticarileşmesi ve uygulamaya aktarılması süreçlerinde üniversitelerle daha işlevsel iş birliklerinin kurulması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca, görüşmelerde dile getirilen temalar, paydaşların mevcut stratejik planlama ve uygulama süreçlerine yeterince entegre olamadığını, bu nedenle iklim politikalarının etkinliğini artırmak üzere çok paydaşlı yapılar içinde kapsayıcı bir koordinasyon mekanizmasına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Çok aktörlü eşleştirme mekanizmalarının kurulması: Beşli sarmal yapı yaklaşımıyla önerilen modelin son adımı olan Çok aktörlü eşleştirme mekanizmalarının kurulması adımı, TÜBİTAK'ın Türkiye Yeşil Sanayi Projesi kapsamında olan 1831-Yeşil İnovasyon Mentorluk Desteği, 1832- Sanayide Yeşil Dönüşüm Desteği, 1833-Sanayiye Yönelik Ar-Ge ve Yenilik Ağları (SAYEM) Yeşil Dönüşüm Desteği programları, TÜBİTAK'ın 1004-Mükemmeliyet Merkezi Destek Programı "Yüksek Teknoloji Platformları-Yeşil Dönüşüm Programına, Avrupa Yenilik ve İnovasyon Enstitüsü (EIT) EIT Gıda Bölgesel İnovasyon Programı Merkezi programına, TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinlikleri Desteği Programına başvuru yapabilme potansiyeline göre aşağıdaki takımlar bir araya getirilmekte ve ilgili fonlara başvuruları yapılmasında kolaylaştırıcı rol üstlenilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Disiplinler arası Takımlar

Takım	Paydaşlar	Tema
1*	4 farklı üniversite, 3 sanayi kuruluşu, 2 kamu kuruluşu	Akıllı tarım uygulamalarıyla hayvansal üretimde verimlilik ve sürdürülebilirlik odaklı teknolojik çözümler
2*	1 üniversite, 2 sanayi kuruluşu, 1 kamu kuruluşu	Termal enerji depolama çözümleri
3*	1 üniversite, 1 sanayi kuruluşu, 1 kamu kuruluşu	Gıda bilimi, gıda sistemleri, atık azaltma
4	2 üniversite, 2 sanayi kuruluşu, 1 kamu kuruluşu, 2 sivil toplum kuruluşu	Yeşil dönüşüm, mentorluk
5	1 üniversite, 5 sanayi kuruluşu, 1 kamu kuruluşu, 1 sivil toplum kurulu	Yeşil tarım ve dijital dönüşüm
6	1 üniversite, 2 sanayi kuruluşu, 2 kamu, 2 sivil toplum	Tarım ve gıda ekosistemlerinin dijital dönüşümü

7	2 üniversite, 2 sanayi kuruluşu, 1 kamu, 1 sivil toplum	Hayvancılıkta sürdürülebilirlik çözümler
8*	4 üniversite, 1 sanayi kuruluşu, 1 kamu	Yeşil dönüşüm ve sürdürülebilirlik eğitimi

*Sivil toplum kuruluşlarından her takım oluşturmada görüş alınmıştır ve proje çıktıları sivil toplumu da ilgilendirmektedir.

Beşli sarmal model çerçevesinde oluşturulan disiplinler arası takımlar, ilgili fon ve destek programlarına başvuru potansiyeli doğrultusunda yapılandırılmıştır. Bu yapı, üniversite, sanayi, kamu ve sivil toplum kuruluşlarının birlikte proje üretmelerine olanak tanımakta; aynı zamanda çevresel sorunlara çözüm getirecek yenilikçi uygulamaların sahaya aktarımını kolaylaştırmaktadır.

6 | TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma kapsamında Enerji, Yapı-İnşaat, Tarım-Gıda-Orman, Mobilité ve Endüstriyel Üretim olmak üzere beş ana sektörde faaliyet gösteren 176 akademisyen, Türkiye'nin farklı illerinden 28 firma ve İzmir ile Ankara merkezli 3 sivil toplum kuruluşu ile görüşmeler yapılmıştır. Bunun sonucunda 8 farklı takım oluşturulmuştur. Takımlarda ise 11 firma, 3 STK ve 11 akademisyen yer almıştır. Bu takımlarda görüşme yapılan firmalar arasında hem büyük ölçekli sanayi kuruluşları hem de çevresel teknoloji alanında çalışan KOBİ'ler yer almakta; STK'lar ise temiz enerji, ihracat ve teknoloji geliştirme gibi alanlarda uzmanlaşmış yapılardan oluşmaktadır. Bu çok aktörlü yapı, beşli sarmal modelin yalnızca teorik değil, aynı zamanda uygulamaya dönük güçlü bir araç olarak kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Beşli sarmal yapı yaklaşımı, üniversite, sanayi, kamu, sivil toplum kuruluşları ve çevre bağlamında bilgi temelli iş birliklerini önceleyen bütüncül bir inovasyon modelidir. Bu model, özellikle çevreye duyarlı bilgi ve teknoloji transferi süreçlerinde disiplinler arası ve çok aktörlü etkileşimleri teşvik ederek sürdürülebilir kalkınma hedeflerine hizmet eden stratejik bir yönetim çerçevesi sunmaktadır.

Türkiye'de bu modelin uygulanabilirliğinin yapılandırılabilmesi, yalnızca aktörlerin bir araya gelmesiyle değil, aynı zamanda bu birlikteliklerin kurumsallaşmasını sağlayacak yapısal mekanizmaların tesis edilmesiyle mümkündür. Bu doğrultuda, farklı sektör ve disiplinlerden paydaşların ortak amaçlar doğrultusunda bir araya gelmesini sağlayan hibe ve fon mekanizmaları temel bir itici güç olarak öne çıkmaktadır. Fon sağlayıcı kurumların geliştirdiği çağrı programları aracılığıyla, iş birliklerinin yalnızca başlatılması değil, aynı zamanda sürdürülebilirliğinin sağlanması da mümkün duruma gelmektedir. Bu kapsamda, Dünya Bankası destekli TÜBİTAK yeşil dönüşüm programları ve EIT ortak programları gibi uluslararası fon ve destek mekanizmalarının da bu iş birliklerini güçlendirdiği ve disiplinler arası katkıları artırdığı belirlenmiştir. Dolayısıyla finansal teşvik araçları, çok paydaşlı Ar-Ge süreçlerinin en önemli kaldıraçlarından biri olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu süreçlerin etkin şekilde yönetilebilmesi ve paydaşlar arası sinerjinin sağlanabilmesi adına ara yüz kuruluşlarının (örneğin teknoloji transfer ofisleri, kümelenme yapıları, kalkınma ajansları ve platform organizasyonları) stratejik rolleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu ara yüzlerin iş birlikleri ve fon programları çerçevesinde de kritik bir rol üstlendiği açıkça görülmektedir. Bu ara yüzler, farklı kurumsal yapıların iletişimini kolaylaştıran, bilgi akışını yöneten ve proje geliştirme süreçlerini kolaylaştıran anahtar birimlerdir. Söz konusu yapılar aynı zamanda üniversite bilgi varlıkları ile sanayi ve kamu kurumlarının çevre temelli bilgi ihtiyaçları arasında tematik eşleştirmelerin yapılmasını da mümkün kılmaktadır.

Beşli sarmal yapının yerel düzeyde bütünlük biçimde uygulanması, farklı bilgi türlerinin bir araya gelerek daha kapsayıcı ve çevresel sorunlara duyarlı çözüm önerilerinin geliştirilmesini olanaklı kılmaktadır. Böylelikle, iklim krizine karşı geliştirilecek çözümler, tüm aktörlerin bir araya gelmesi ve farklı disiplinlerin katılımıyla bütüncül, hızlı ve amaca yönelik bir şekilde üretilebilmektedir. Disiplinler arası teknoloji transferi projelerinde bu yapı, sadece bilgi üretimini değil, aynı zamanda bilginin toplumsal faydaya dönüşüm sürecini de hızlandırmaktadır. Kaynak paylaşımı, riskin ortak yönetimi ve uzun vadeli iş birliklerinin kurulması açısından da model önemli avantajlar sunmaktadır. Böylelikle, iklim krizine karşı geliştirilecek çözümler, tüm aktörlerin bir araya gelmesi ve farklı disiplinlerin katılımıyla bütüncül, hızlı ve amaca yönelik bir şekilde üretilebilmektedir. Ayrıca, üniversitelerin bu tür çok aktörlü iş birliklerine katkı sunabilmeleri ve kendi iç

kapasitelerini bu yönde geliştirebilmeleri için, bilimsel araştırma takımlarının oluşturulmasına yönelik açık stratejiler ve kurumsal yönergeler geliştirmeleri gerekmektedir. Bu tür içsel politikalar, üniversite içindeki bilgi üretim süreçlerinin dış paydaşlarla daha etkili biçimde entegre edilmesini sağlayacak; akademik bilginin toplumsal, çevresel ve ekonomik faydaya dönüşümünü kolaylaştıracaktır.

Sonuç olarak, Türkiye’de özel sektör ve kamu kurumlarının çevre temelli bilgi ihtiyaçlarının üniversitelerin araştırma ve teknoloji geliştirme potansiyeliyle eşleştirilmesi, sistematik bir ihtiyaç analizi, eşleştirme araçları ve sürdürülebilirlik perspektifi ile desteklenmelidir. Beşli sarmal yapının bu süreçte bir çerçeve model olarak benimsenmesi, çevre odaklı yeşil dönüşüm süreçlerinde bütüncül ve uzun soluklu iş birliklerinin kurulmasını sağlayabilecektir.

6 | KAYNAKÇA

Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., & Piirainen, T. (2010). Exploring Quadruple Helix: User-oriented innovation models. Tampere University. <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/65758>

Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: A review of research and theory. *Research Policy*, 29(4-5), 627-655. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00093-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00093-1)

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41-69. <https://doi.org/10.4018/jesd.2010010105>

Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. J. (2012). The Quintuple Helix innovation model: Global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(2), 2. <https://doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>

Carayannis, E. G., & Rakhmatullin, R. (2014). The Quadruple/Quintuple Innovation Helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. *Journal of the Knowledge Economy*, 5(2), 212-239. <https://doi.org/10.1007/s13132-014-0185-8>

Cavallini, S., Soldi, R., Friedl, J., & Volpe, M. (2016). Using the Quadruple Helix Approach to Accelerate the Transfer of Research and Innovation Results to Regional Growth. European Union Committee of the Regions. <https://cor.europa.eu/Documents/Portal/Activities/Entrepreneurship/quadruple-helix.pdf>

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4)

IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>

Keskin, H., & Ovalı, E. (2022). Dörtlü ve beşli sarmal üniversite-sanayi iş birliği modelleri. *Business & Management Studies: An International Journal (BMIJ)*, 10(1), 447-461. <https://doi.org/10.15295/bmij.v10i1.1910>

Leydesdorff, L. (2012). The knowledge-based economy and the Triple Helix model. *arXiv preprint*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1201.4553>

Miller, K., McAdam, R., & McAdam, M. (2018). A systematic literature review of university technology transfer from a quadruple helix perspective: Toward a research agenda. *R&D Management*, 48(1), 7-24. <https://doi.org/10.1111/radm.12228>

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (4th ed.). SAGE Publications.

Ranga, M., & Etzkowitz, H. (2013). Triple Helix systems: An analytical framework for innovation policy and practice in the knowledge society. *Industry and Higher Education*, 27(4), 237-262. <https://doi.org/10.5367/ihe.2013.0165>

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2023). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı 2024-2030. T.C. ÇŞİDB Yayınları.

TTGV. (2023). İklim Teknolojileri Radarı: Türkiye için teknoloji alanları, aktörler ve iş birliği fırsatları. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. <https://www.ttgiv.org.tr>

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2021). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. Seçkin Yayıncılık.

Yin, R. K. (2018). Case study research and applications: Design and methods (6th ed.). SAGE Publications.