



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOJİ BAKANLIĞI

MİLLİ
TEKNOLOJİ
HAMLESİ



TÜBİTAK



TÜRKİYE
YÜZYILI

100
MİLLİ MÜCADELE'NİN YÜZÜNCÜ YILI

TÜBİTAK
Türkiye Yüzyılında
TÜBİTAK ile
Geleceğe Bakış



Türkiye Yeşil Sanayi Projesi Ar-Ge ve Yenilik Konu Başlıkları

versiyon:06.12.2023

MİLLİ
TEKNOLOJİ
HAMLESİ

Avrupa Yeşil Mutabakatı ve İklim Değişikliğine Uyuma Yönelik Ar-Ge ve Yenilik Konuları

Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları (Demir-Çelik, Alüminyum, Çimento, Gübre, Kimyasallar, Plastik)

Diğer Teknoloji Yol Haritalarında Yeşil Büyümeye Hizmet Eden Ar-Ge ve Yenilik Konuları

- ❖ «Avrupa Yeşil Mutabakatı ve İklim Değişikliğine Uyuma Yönelik Ar-Ge ve Yenilik Konuları» ile «Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları» arasında örtüşmeler bulunmaktadır. Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası'nda sektörler özelinde konular, daha detaylı olarak ele alınmaktadır.
- ❖ Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası sektörel raporlara <https://tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/politikalar/icerik-yesil-buyume-teknoloji-yol-haritasi/> web sitesinden ulaşabilirsiniz.

İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik

- [Direncilik Analitiği, Risk Haritaları ve Karar Destek Sistemleri](#)
- [Küresel İklim Modeli: Küresel Modellerle Birlikte Çalıştırılan Senaryolar](#)
- [Çok Kullanımlı Kıyı Ötesi Mavi Ekonomi Platformları](#)
- [Yüksek Çözünürlüklü, Akıllı, Bütünleşik Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Gözlem Ağları](#)
- ["Tek Sağlık" Çerçevesinde Akıllı ve Yapay Zekâ Tabanlı Teknolojik Çözümler](#)
- [CBS ve Uzaktan Algılama Destekli Eniyileme Teknolojileri ve Platformları](#)

Temiz ve Döngüsel Ekonomi

- [Sanayide Karbon Tutma Teknolojileri, Yüksel Isıl İşlemlerde Yenilenebilir Enerji ve Yeşil Hidrojene Dayalı Yakma Teknolojileri](#)
- [Sanayide Tutulan Karbondioksitten Yenilikçi Kimyasal, Elektrokimyasal ve Biyokimyasal Prosesler ile Yararlı Ürünlerin Eldesi](#)
- [Atık ve Biyokütle Kaynaklarından Yeşil Hidrojen, Sentetik Yakıtlar, Kimyasallar, Yeşil Metan Eldesi](#)
- [Değerli Kimyasalların Geri Kazanımı Amacıyla İleri Hibrit Atıksu Arıtma Teknolojileri, Elektronik ve Evsel Atıklardan Kritik Hammaddelerin Geri Kazanımı](#)
- [Sera Gazı Salımının İzlenmesi, Atık Minimizasyonu, Proses Optimizasyonu ve Enerji Verimliliği için İleri Sensör Teknolojileri, Yapay Zekâ Ve Uzaktan Algılama](#)
- [Enerji Verimliliği Sağlayan Yüksek Performanslı Yenilikçi Malzemeler, Malzeme Tasarımlarında Yapay Zekâ, Eklemeli İmalat ve Biyotaklit Yaklaşımları](#)

Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı

- [Fotovoltaik Hücre, Panel ve Sistemleri](#)
- [Yüksek Verimli Yoğunlaştırılmış Isıl Güneş Enerjisi Sistemleri](#)
- [Karaüstü, Denizüstü ve Uçan \(Airborne\) , Rüzgar Enerjisi Sistemleri](#)
- [Yenilikçi Jeotermal Sistemler ve Teknolojiler](#)
- [Hidrojenin Enerji Taşıyıcısı, Yakıt ve Değerli Kimyasalların Eldesinde Hammadde Olarak Kullanılmasına Yönelik Öncü Teknolojiler](#)
- [Yeni Nesil Küçük Modüler Reaktör Teknolojileri](#)
- [Yenilenebilir Enerji Destekli Entegre Biyorafineriler](#)
- [Sistemler Arası Etkileşimleri Dikkate Alan Otonom Enerji Yönetim Sistemleri](#)
- [Yapay Zekâ Tabanlı Enerji Kayıp/Kaçak Önleme Sistemleri](#)
- [Enerji sektörü ihtiyaçlarına yönelik saldırı tespit ve önleme, veri şifreleme ve yedekleme, veri kaçağı önleme sistemi gibi siber güvenlik çözümleri](#)

Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım

- [Kuraklığa Karşı Tarım Desenleri ve Yöntemleri \(Çölde Tarım, Denizde Tarım\); Klasik, Biyoteknolojik ve Moleküler Genetik Destekli \(CRISPR Gibi\) Islah Çalışmaları](#)
- [Yenilikçi Biyolojik Mücadele Yöntemleri \(Faydalı Böcekler Gibi\), Hastalık ve Zararlılara Dirençli Bitkiler ve Biyopestisitler](#)
- [Yeni Nesil Etkili Gübre Üretim Teknolojileri; Nesnelerin İnterneti \(Iot\), Yapay Zekâ ve Sensör Teknolojileri Temelli Gübreleme Sistemleri](#)
- [İnsansız Tarım Araçları \(İTA\), Otonom ve/veya İnsansız Tarım Robotları ve İleri Teknoloji Çevre Dostu Tarım Makinaları](#)
- [Tarım ve Hayvancılıkta Kalite ve Verime Yönelik Yapay Zekâ Çözümleri](#)
- [Gıda Değer Zincirinde Blokzincir Temelli İzlenebilirlik Teknolojileri, İleri Tanı Teknolojileri \(Omiks Tek.Gibi\)](#)
- [Hassas Tarımı Mümkün Kılmak Amacı İle Tarımsal Büyük Veri Havuzu ve Tarım Bilgi Sistemleri](#)
- [Tarım ve Gıda Sektörü Atıklarından Biyogübre, Besin Desteği, İlaç Etken Maddesi- Biyoaktif Madde Üretimi](#)

Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım

- [Yeni Nesil Akıllı, Entegre ve Yüksek Hızlı Şarj Teknolojileri](#)
- [Enerji Yoğunluğu Yüksek Batarya Hücre Teknolojileri \(Katı Hal, Li-metal, Li-sülfür, Li-hava, Lityum Sonrası Bataryalar, vb.\), Yüksek Verimli Batarya Üretimi-Yönetimi](#)
- [Batarya Teknolojisi ile Elektrifikasyonu Gerçekleşemeyen Ulaşım Araçlarında Çevreci Tahrik ve İtici Sistemleri](#)
- [Havayolu Ulaşımına Alternatif Olabilecek Hyperloop, Maglev vb. Ulaşım Sistemleri](#)
- [Entegre, Verimli, Güvenli, Çevreye Duyarlı Akıllı Ulaşım Sistemleri](#)
- [Bağlantılı, Kooperatif, Tam Otonom \(Sürücüsüz\) Mobilite Sistemleri ile Ulaştırma Ağının Dönüşümü](#)

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik	Aşırı iklim olayları (orman yangınları, sel, sıcak/soğuk hava dalgaları, fırtınalar, kuraklık gibi), deniz seviyelerindeki artış ve ilişkili bütünleşik afet riskinin azaltılması ve iklim değişikliğine uyumun sağlanması için birbirine bağlı sistemlerin dirençliliğinin artırılmasında ve sektörler arası etkileşimlerinin öngörülmesinde i) dirençlilik analitiği, ii) risk haritaları ve iii) karar destek sistemlerinin geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Belirsizliğin azaltılması ve dönüşümsel uyum eylemlerinin ayrıntılı olarak planlanması amacıyla bütün iklim risklerini bir araya getiren risk haritalarının geliştirilmesi• Maruziyet ve kırılganlık açısından risk faktörlerinin azaltılması için risk haritalarının hazırlanması ve ulusal coğrafi bilgi sistemleri de dahil ilgili altyapılardan sunulmak üzere sürekli olarak güncel tutulması• Oluşturulan risk haritalarına dayalı olarak bütünleşik afet riskinin azaltılması için dirençlilik analitiği ve etkileşimli karar destek sistemlerinin geliştirilmesi• Azaltım tabanlı çözümlere ek olarak aşırı iklim olaylarına dayalı çoklu tehlikelere karşı insan hayatı ve ekosistemler, doğal kaynaklar ve kritik altyapıların dirençliliğinin artırılmasına destek olacak dijital teknolojilerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
Dirençlilik Analitiği, Risk Haritaları ve Karar Destek Sistemleri	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Bu konu, **İklim Şurası Bilim ve Teknoloji Komisyonu çıktıları** temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik	Küresel İklim Modeli geliştirilecek ve dönüşümsel uyum ve net sıfır sera gazı salım düzeyine erişmek için çok disiplinli yaklaşımla çözümlülük ve karmaşıklık düzeyleri açısından ileri özelliklere sahip bölgesel ve küresel modellerle birlikte çalıştırılan senaryoların geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Net-sıfır salım hedeflerinin gerçekleştirme düzeylerinin takip edilmesinde ve senaryo karşılaştırmalarının yapılmasında sera gazı salımları ve karbon yutakları arasındaki dengenin gerçek zamanlı/gerçek zamana yakın izlenmesini sağlayan çözümlerin artırılması• En önemli karbon yutağı olan deniz ekosistemlerini, iklim modelleri ile bütünleşik çalıştıracak, gerçekçi sonuçlar elde edecek yenilikçi (uyum kapasitesi olan, birleştirilmiş model ve makine öğrenmesi) ekosistem yaklaşımlarının geliştirilmesi• İleri özelliklere sahip modelleme ve senaryo yaklaşımları altında iklim, arazi, enerji ve su etkileşimlerinin entegrasyonunun artırılması• Küresel ölçekli yer sistem modellerinin yerel ölçeklerde bölgeye özgü veriler ile çalışmasının iyileştirilmesi sağlanarak bütünleşik (hidrolojik, ekosistem, aerosol, kimyasal çevrimleri içeren) modellere yönelik iklim değişikliği projeksiyonlarındaki ölçek kaynaklı belirsizliklerin azaltılması ve mikrometeorolojik yöntem ile iklim ve ekosistem arasındaki etkileşimin (sera gazı değişimi) belirlenmesi• Mevsimlik hava tahmin modellerinin belirsizliklerinin azaltılmasına yönelik yapay zeka yöntemlerini de kullanan yeni algoritmaların geliştirilmesi• Farklı model bileşenlerinin (atmosfer, hidrolojik, ekolojik vb) birlikte çalışabilirliğinin sağlanmasına yönelik platform yaklaşımlarının artırılması
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
Küresel İklim Modeli: Küresel Modellerle Birlikte Çalıştırılan Senaryolar	Not: Küresel İklim Modelinin geliştirilmesi sürecinde Küresel İklim Merkezleri ve uluslararası teşkilatlarla iş birliklerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir.		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik	<p>Denizlerde çok kullanımlı kıyı ötesi mavi ekonomi platformları geliştirilmesi ve aynı zamanda deniz ekosistemlerinin karbon yutağı kapasitesinin artırılması.</p> <p>Bu yönde i) yenilenebilir enerji ve denizel hidrojen kaynakları ile çalışan su altı ve üstü biyokütle çiftliklerinin kurulması ve potansiyel biyomolekülleri içeren türlerin yetiştiriciliği, ii) derin denizlerden değerli metal hammaddelerinin sürdürülebilir şekilde elde edilmesi ve iii) yenilikçi gözlem platformları açısından öncül imkanlara sahip olunmasına yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>	<ul style="list-style-type: none">Hem rüzgâr, akıntı, dalga ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını hem de sudaki çeşitli hidrojen kaynaklarını (H₂O, H₂S, NH₃) kullanarak ekosistem duyarlı net sıfır salımı olan enerji üretimi ile güçlendirilecek denizaltı ve denizüstü biyokütle çiftlikleri geliştirilmesi (balıkçılığı, mikro ve makro alg hasatlaması vb.).Özellikle körfezler ve dar su yollarındaki akıntılardan ve kayda değer yoğunluk farkı bulunan kıyı-geçiş sularından enerji elde edilmesinde kullanılacak teknolojilerin geliştirilmesi ve bu teknolojilerin çevresel etkileri ile beraber sürdürülebilirlik potansiyelinin araştırılmasıBiyoçeşitlilik ve ekosistem direncini artırarak denizin karbon yutağı kapasitesinin geliştirilmesi yönünde uygulamaları birleştirecek; biyoteknolojik açıdan potansiyel biyomolekülleri içeren türlerin de yetiştiriciliğini destekleyecek; kara ve denizlerdeki büyük ölçekli biyoyakıt/gıda sistemi uygulamaları için gereken baz protein eldesini sağlayacak mavi ekonomi platformlarının geliştirilmesiEntegre mavi ekonomi platformu kapsamında sistemleri entegre edecek makine öğrenimi/büyük veri uygulamalarının gelişmesi, denizel sensör ve diğer teknolojilerin testleri, denizel ve karasal jeotermal veya çeşitli kaynaklardan ve deniz tabanından nadir metal türlerini ve fosfor geri kazanımını da içeren hammadde elde edilmesi gibi öncü araştırmaların yürütülmesiİleride belirlenecek koruma alanları içerisinde yer alacak bu platformların aynı zamanda ekosistemin dirençliliğini ve iklime karşı doğal salınımlarının da mekanizmasını ortaya çıkaran yenilikçi gözlem ve model platformları işlevine sahip olması	
	<p>Öncelikli Ürün ve Teknolojiler</p> <p>Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli</p> <p>Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri</p>		
<p>Çok Kullanımlı Kıyı Ötesi Mavi Ekonomi Platformları</p>	<p>Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu</p>	<p>2-4 Yıl</p>	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik	İklim değişikliğinin ekosistemlere ve biyoçeşitliliğe etkileri, etki azaltımı ve sürdürülebilir ekosistem yönetimi için yüksek çözünürlüklü akıllı ve bütünleşik ekosistem ve biyoçeşitlilik gözlem ağlarının ülke çapında kritik iç su, denizel ve karasal ekosistemleri kapsamalarını sağlamaya yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<p>İklim değişikliğinin ekosistemler ve canlılar üzerine etkilerinin uzun dönemli araştırılması ve yenilikçi doğa temelli çözümler üretilmesi amacıyla "Ulusal Uzun Dönemli Ekolojik Araştırmalar Ağı"nın kurulması ve bu araştırma ağının ileri AB araştırma altyapıları ile entegrasyonunun sağlanması ve Orta Doğu, Orta Asya ve Afrika'ya bilgi transfer edebilecek kapasiteye erişilmesi amacıyla:</p> <ul style="list-style-type: none">İklim değişikliği ve arazi kullanımının ekosistemlere ve biyoçeşitliliğe olan etki mekanizmalarının sebep-sonuç ilişkilerini araştırmak için mezozozm, ekotron vb. otonom veri toplama, türler üzerinde ekosistem ölçeğinde izleme ve simülasyon yapma kapasitesine sahip deneysel sistemlerin geliştirilmesiYüksek çözünürlüklü, sürekli, düzenli, akıllı ve bütünleşik yerinde (in situ) gözlem ve ölçüm sistemleri ve ekosistem bileşenlerine yönelik öncü teknolojilerin (güvenilirliği yüksek veri üretimi ve analizi yapabilecek cihazlar, anlık veri toplama özelliği olan sabit sensörler, entegre şamandıra sistemleri ile sualtı ve havadan gözlem ve inceleme sistemleri, örüntü tanıma ve büyük veri analizi yapabilen yapay zekâ teknolojileri vb.) geliştirilmesiİklim değişikliğinin ve karasal baskıların etkilerine (habitat parçalanması, ötrofikasyon, tuzlanma, müsilaj oluşumu, tarım ve ormanlarda parazitoid ve avcı tür kayıpları vb.) karşı ekosistem direncinin artırılmasına yönelik doğa temelli çözümlerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Yüksek Çözünürlüklü, Akıllı, Bütünleşik Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Gözlem Ağları	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik	İklim değişikliği ile mücadelede gerekli uyum ve azaltım stratejilerine katkı sağlayacak şekilde insan, gıda ve çevre nexusunu kapsayan “Tek Sağlık” çerçevesinde ulusal/uluslararası düzeyde verileri değerlendiren akıllı ve yapay zekâ tabanlı teknolojik çözümler geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">İklim değişikliği ile artış göstermesi beklenen mikroorganizma kökenli hastalıkların; dağılımı, bulaşma aralığı, taşıyan vektör veya ortamın patojene tanıdığı yaşam süresi ile ilgili elde edilen ulusal ve uluslararası düzeyde verileri kullanarak hastalıklara karşı etkili kontrol stratejilerinin geliştirilmesine yönelik analizlerinin yapılmasıPatojen (vektörler tarafından, hava yoluyla, yiyecekler ile veya suda taşınan) kaynaklı salgın hastalıkların artışı dikkate alınarak, bu salgınların oluşum mekanizmalarına ve engellenmesine yönelik uzaktan algılama tabanlı mekânsal planlama çözümlerinin geliştirilmesiArtan yağış miktarlarının neden olduğu su kaynaklarının kirlenmesi ve dolaylı hastalıkları önleyici yöntemlerin geliştirilmesiSucul ve karasal ekosistemlerde tahribat ve biyoçeşitliliğin azalmasında baskın rol üstlenen mikro/nano kirleticilerden kaynaklanan olumsuz etkilerin giderilmesine yönelik teknolojik çözümlerin geliştirilmesiSuni tohumlama ve dölleme yöntemlerinin Tek Sağlık bakış açısına dayalı olarak insan, hayvan-bitki ve çevre sağlığı ve özellikle biyoçeşitlilik üzerine etkilerinin gözetilmesi ve gen havuzları içerisinde olası olumsuz etkilerinin araştırılması
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
“Tek Sağlık” Çerçevesinde Akıllı ve Yapay Zekâ Tabanlı Teknolojik Çözümler	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ’ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK’lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
İklim Değişikliği, Çevre ve Biyoçeşitlilik	Dirençliliği ve sürdürülebilirliği yüksek net sıfır sera gazı salımı olan yenilikçi entegre kentsel planlamaya yönelik CBS ve uzaktan algılama destekli eniyileme teknolojileri ve platformları geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	<ul style="list-style-type: none">• Kentsel büyüme eğilimlerinin uzaktan algılama ve yapay zekâ tabanında tahmin edilmesini sağlayacak ve enerji taleplerini azaltacak şekilde entegre kentsel tasarımların geliştirilmesi• Yeşil-mavi altyapıların uyum ve kentsel biyoçeşitlilik koridorları ve kent ormanlarını geliştirme amaçlı planlamada uzaktan algılama seçenekleri artırılarak aşırı iklim olaylarına karşı gerekli tedbirlere katkı sağlanması• Çok disiplinli yaklaşımlar (ekoloji, şehir ve bölge planlama, ulaşım, bina ve enerji) ile kentsel biyoçeşitlilik için yeşil-mavi altyapıların artırılacağı yüzeylerin tespit edilmesi• Entegre kentsel planlama teknolojilerinin insan sağlığına olumlu faydalarının çok disiplinli olarak analiz edilmesi• Yerel ölçekte yerel kaynakların gerçek zamanlı optimizasyonunu sağlayan, enerji depolama seçeneklerini çoğaltan ve dengeleyen, iklim nötr elektrik, ısı ve gaz şebekelerinin talep yönlü esnek yönetim sistemlerinin geliştirilmesi• Kentsel atıkların değer zincirleri içerisinde kalma sürelerinin artırılması ve hammadde taleplerinin büyük oranda azaltılması için büyük veri destekli kentsel madencilik lojistiğinin artırılması• Entegre mekânsal planlama dikkate alınarak çeşitli kaynaklardan elde edilen atık ısıların (bölge ısıtması, veri merkezleri ve metro istasyonları gibi) yerleşim yerlerinin enerji ihtiyaçlarına entegre edilmesini sağlayacak çözümlerin geliştirilmesi• Yenilenebilir enerji ve kaynak verimliliği yüksek kentlerin gerçekleştirilmesine hizmet edecek iklim nötr hedefini destekleyen davranış değişiklikleri için sosyal ve beşerî bilim tabanlı çözümlerin geliştirilmesi	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
CBS ve Uzaktan Algılama Destekli Eniyileme Teknolojileri ve Platformları	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz ve Döngüsel Ekonomi	Sanayi sektörlerinde düşük karbonlu üretime ulaşmak için karbon tutma teknolojileri kapsamında membran, oksijenleme, kimyasal döngü, doğrudan atmosferden yakalama teknolojileri ile birlikte yüksek ısı işlemlerde yenilenebilir enerji ve yeşil hidrojene dayalı yakma teknolojileri, mikrodalga, infrared, plazma vb. teknolojiler geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• CO2 emisyonu yoğun sektörlerde (çimento, seramik, demir-çelik, vb.) karbondioksit tutma maliyetinin düşürülmesi amacıyla bu sektörlerin proseslerine uygun yenilikçi karbon tutma teknolojilerinin (membranlar, enzimleri kullanan prosesler, iyonik sıvılar, vb.) geliştirilmesi• Yenilenebilir enerji kaynaklarının hem elektrik üretiminde hem de ısı kaynağı olarak proseslerde kullanımının yaygınlaştırılması (sanayide sıcak su ihtiyacının jeotermal ve güneş enerjisi teknolojileri kullanılarak sağlanması, yüksek ısı işlemlerde konsantre solar termal enerji kullanımının adaptasyonu/entegrasyonuna yönelik teknolojiler, hibrit yenilenebilir enerji tesisleri kullanılarak hidrojen üretilmesi ve sanayide kullanımı için kısa ve orta vadede çalışmalarının yapılması vb.)• Sanayi tesislerinde yenilenebilir enerji için “üreten tüketicilere (prosumer) dönüşüm” teknolojileri ile blokzincir, işlemsel enerji, benzer kollar ticareti teknolojilerinin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			<ul style="list-style-type: none">• Yeşil hidrojen teknolojilerinin geliştirilmesi, hidrojen enerjisinin sanayi sektörlerinde kullanımına imkan veren proseslerin geliştirilmesi (doğrudan indirgenmiş demir (DRI) üretimi, fırınlara entegre edilebilecek uygun regülatör, difüzer, kovan ve brülör sistemlerinin geliştirilmesi); sanayi sektörlerinde düşük/orta ısı işlemlerde hidrojen kullanımına yönelik kojenerasyon/yüksek sıcaklık yakıt hücrelerinin geliştirilmesi
Sanayide Karbon Tutma Teknolojileri Yüksel Isıl İşlemlerde Yenilenebilir Enerji ve Yeşil Hidrojene Dayalı Yakma Teknolojileri	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ’ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK’lar ve Uluslararası İşbirlikleri	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu 2-4 Yıl	<ul style="list-style-type: none">• Fosil yakıtlara bağlı ısı işlemlerle ikame edilmek üzere mikrodalga, plazma, infrared gibi alternatif sinterleme/kurutma teknolojilerinin ve genel olarak enerji verimli öğütme/granülleştirme teknolojilerinin geliştirilmesi• ORC (Organik Rankine Döngüsü) teknolojisi ile özellikle düşük sıcaklıklarda (minimum 50°C) atık ısı kazanımı teknolojileri, ısı pompalarının (>250°C) ve etkin ısı değiştirici teknolojilerinin geliştirilmesi• Sanayi sektörlerinde alternatif hammaddelerin kullanımı ve kaynak verimli alternatif ürünlerin üretimi amacıyla sürdürülebilir ürün ve döngüsel ekonomi uygulamalarının (yeşil OSB, endüstriyel simbiyoz vb.) ve teknolojilerinin geliştirilmesi ve oluşturulacak “Temiz ve Döngüsel Ekonomi Teknolojileri Geliştirme ve Adaptasyonu Platformu” kapsamında değerlendirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz ve Döngüsel Ekonomi	Sanayi sektörlerinde tutulan karbondioksiti yararlı ürünlere dönüştürmek için yenilikçi ve maliyet etkin kimyasal, elektrokimyasal ve biyokimyasal katalizör ve reaktör teknolojileri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Sanayide Tutulan Karbondioksitten Yenilikçi Kimyasal, Elektrokimyasal ve Biyokimyasal Prosesler ile Yararlı Ürünlerin Eldesi	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		<ul style="list-style-type: none">• CO2'den yakıtlar (sentetik metan vb.), kimyasallar (metanol, DME, vb), polimerler (polikarbonat, vb) diğerleri (elementel karbon vb) ve değerli ürünlerin üretilmesi kapsamında yenilikçi kimyasal, elektrokimyasal ve biyokimyasal katalizörlerin geliştirilmesi• Katalizörlerde platin vb. değerli metaller yerine daha düşük maliyetli yenilikçi (MOF vb.) yapıların kullanılması• Geliştirilen katalizörlerin verim, seçicilik, ömür kriterleri açısından optimize edilmesi• Pilot ölçek CO2 dönüştürme proseslerinin kurulması, faaliyete geçirilmesi ve proses optimizasyonunun gerçekleştirilmesi• CO2 dönüştürme tesislerinin pilot ölçek verileri ışığında öncü tesis/endüstriyel tesislerde üretimin doğrulanması
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz ve Döngüsel Ekonomi	Atıkların ve biyokütle kaynaklarının değerlendirilmesi amacıyla, yeni nesil gazlaştırma ve piroliz teknolojileri kullanılarak sürdürülebilir hidrojen, sentetik yakıtlar ve katma değeri yüksek ve geniş pazara sahip kimyasalların üretimi sağlanacak ve biyokimyasal teknolojiler kullanılarak üretilen biyogazdan yeşil metan üretim teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">Orman kökenli biyoküteller, tarım kökenli biyoküteller (domates, ayçiçeği, pamuk, çeltik sapları gibi), enerji bitkileri, fındık, ceviz, kayısı çekirdeği kabukları, gıda tesisleri atıkları ve hayvansal biyokütellerin değerlendirilmesi amacıyla, biyoprosesler (biyogaz, biyoetanol, biyodizel üretimi), termokimyasal prosesler (piroliz, gazlaştırma teknolojileri ile aktif karbon, karbonca zengin malzeme, pirolitik yağ, sıvı yakıt, platform kimyasalları, hidrojen zengin sentez gazı, yeşil hidrojen, yeşil metanol, amonyak, etilen/propilen monomerleri üretimleri) ve hidrojen ve karbon dioksit teknolojilerinin (katalitik ve elektrokimyasal indirgeme yöntemleriyle sentetik yakıtlar ve kimyasal üretim teknolojileri) geliştirilmesiBiyokütle, biyoatık vb. atık çeşitlerinin yenilenebilir enerjiye dönüştürülmesi, biyoyakıt eldesi, organik atıktan elde edilebilecek biyogazın biyometan (yeşil metan) veya biyobütanol olarak yükseltilmesini sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi, biyogaz üretim kapasitesini arttırmaya yönelik ileri oksidasyon prosesi entegreli yerli anaerobik çürütücülerin ve kojenarasyon ünitelerinin geliştirilmesiOrganik içeriği yüksek arıtma çamurlarının kurutulup gazlaştırılarak veya hidrotermal karbonizasyon ile katı yakıtı dönüştürülmesi; gazlaştırılması ile sentetik gaz ve hidrojen üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Atık ve Biyokütle Kaynaklarından Yeşil Hidrojen, Sentetik Yakıtlar, Kimyasallar, Yeşil Metan Eldesi	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu

Temiz ve Döngüsel Ekonomi

Atık oluşumunun önlenmesi amacıyla öncelikli olarak ürünlerin tasarımı (eko tasarım, eko etiket vb.), üretim ve bakım teknolojilerinin bütünsel yaklaşımla ele alınması; atıkların değerlendirilmesi kapsamında evsel ve endüstriyel atıksulardan değerli kimyasalların geri kazanımı amacıyla ileri hibrit atıksu arıtma teknolojileri, membran teknolojileri ve kristalizasyon teknolojileri; elektronik atıklardan ve evsel atıklardan kritik hammaddelerin geri kazanımı amacıyla hibrit, kimyasal ve membran teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik **Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri** desteklenecektir.

Öncelikli Ürün ve Teknolojiler

Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli

Değerli Kimyasalların Geri Kazanımı Amacıyla İleri Hibrit Atıksu Arıtma Teknolojileri

Elektronik ve Evsel Atıklardan Kritik Hammaddelerin Geri Kazanımı

Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri

Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu **2-4 Yıl**

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

- Enerji verimliliği yüksek, daha az yer kaplayan ve organik maddeyi ayırabilen, kaynak geri kazanımını hedefleyen hibrit atıksu arıtma teknolojilerinin geliştirilmesi
- Kristalizasyon prosesi ile anaerobik çürütme sonrası sıvı akımlarında açığa çıkan azot, fosfor ve magnezyumun, amonyum fosfat gibi yüksek kaliteli gübreye dönüştürülmesi
- Organik içeriği yüksek olan kentsel ve endüstriyel atıksulardan ayrışabilen biyoplastik elde edilmesi
- Endüstriyel atıksulardaki toksik bileşiklerin işletme yeterliliğine uygun olarak fiziksel (adsorpsiyon, membran filtrasyon, hibrid membran), kimyasal (fotokatalistler, peroksi-elektrokimyasal işlemler), biyolojik (anaerobik biyoremediasyon, MBR işlemleri), veya hibrid prosesler (membran filtrasyon+ozonlama, hibrid membran+entegre ozon biyolojik havalandırılmış filtre) ile ayrıştırılması sonucu temiz suyun efektif şekilde geri kazanımı, sıfır kimyasal atık deşarjı prensibi benimsenerek atıksularda Eco-Smart adı verilen akıllı filtre uygulamaları
- Plastik gibi evsel atıkların, özellikle de poliolefin, polistiren ve PET ürünlerden geri kazanım ile değerli kimyasal eldesi; plastik atıkların pirolizi veya gazlaştırılması ile sentetik gaz ve hidrojen üretilmesi; eko-tasarım ve yaşam döngüsü değerlendirmesi (YDD) çalışmaları ile döngüsel ekonomi yaklaşımına uygun malzeme tasarlanması ve depolama alanlarına gidecek atık miktarının minimize edilmesi
- İnşaat ve yıkıntı atığı bazlı betonların hali hazırda geri dönüşümünü hedefleyen malzeme teknolojilerinin yerine bu atıkların performans kriterlerinin geliştirileceği ileri dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi ve endüstriyel ölçekte inşaat sektörüne entegre edilmesi; biyojenik malzemelerin (örneğin: saman ve kenevir atıklarının) geliştirilen beton sistemlerinde lif donatı olarak değerlendirilmesi; biyojenik karbon gömülü biyo-bazlı yalıtım malzemelerinin geliştirilmesi
- Elektronik atıklardan nadir toprak elementleri (NTE) dahil olmak üzere AB komisyonu tarafından belirlenen kritik elementlerin geri kazanımı amacıyla sürdürülebilir hidrometalurjik ve pirometalurjik yöntemlerin geliştirilmesi
- Batarya geri dönüşümü için sürdürülebilir, uygun maliyetli ve düşük çevresel etkiye sahip hidrometalurjik ve solvometalurjik süreçlerin geliştirilmesi, yüksek saflıkta öncü malzemelerin geri kazanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi (örneğin: Li-CoO₂'den yüksek saflıkta CoSO₄, Co(OH)₂ üretimi)
- Atıksu arıtma tesisi çıkış sularının tekrar kullanılmasına yönelik olarak doğrudan güneş enerjisi ile hidrojen eldesi (water splitting) sayesinde enerji ihtiyacını ve "sıfır deşarjı" sağlayabilen arıtma tesislerinin geliştirilmesi
- Endüstriyel ve tarımsal ürünlerin tasarımında yaşam döngüsü değerlendirmesi ve eko tasarım yaklaşımlarının uygulanması, ekolojik sağlık ve kaynak korunumunun değerlendirilmesi
- Döngüsel ekonomi prensipleri ile endüstriyel atık ve evsel atıkların yönetimi için yerel ve bölgesel boyutta kaynak korunumuna ve ekolojik ayak izinin azaltılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz ve Döngüsel Ekonomi	Tüm sektörlerde ve binalarda, sera gazı salımının izlenmesi, atık minimizasyonu, proses optimizasyonu ve enerji verimliliğinin artırılması amaçlarıyla kullanılmak üzere ileri sensör teknolojileri, yapay zeka, makine öğrenmesi ve uzaktan algılama gibi dijital teknoloji uygulamalarını ve yaşam döngüsü değerlendirmesi yaklaşımlarını entegre eden teknolojiler geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• CO2, CH4 ve N2O başta olmak üzere sera gazı salımının izlenmesinde uygulanabilecek, seçiciliği ve hassasiyeti yüksek ileri baca gazı sensör teknolojileri ve kaçak emisyonların izlenmesinde uygulanabilecek düşük maliyetli ortam havası sensör teknolojilerinin geliştirilmesi• Yapay zeka gibi dijital teknoloji uygulamalarının mevcut otomasyon sistemlerine entegre edilerek sanayi tesislerinin anlık sera gazı salım izleme teknolojilerinin geliştirilmesi• Uzaktan algılama ve yer tabanlı ölçüm sistemlerinin entegrasyonu ile bütünlük sera gazı salım izleme teknolojilerinin geliştirilmesi• Sera gazı salımının izlenmesi amacıyla merkezi izleme ağının oluşturulması ve verilerin anlık ve dinamik olarak izlenmesi, bulut teknolojisi kullanılarak endüstriyel tesislerin sera gazı salım verilerini merkeze aktaracak akıllı izleme teknolojisinin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			<ul style="list-style-type: none">• Evsel katı atık toplama sistemlerinde kullanılmak üzere, akıllı konteyner ve doluluk algılama sensörlerinin geliştirilmesi; atık toplama rotalarının oluşturulması ve Coğrafi Bilgi Sistemi tabanlı navigasyon sistemleri ile entegre edilmesi; atık ayrıştırması işleminde insan gücü yerine yakın kızılötesi optik ayrıştırıcılar, güncel görüntüleme sistemlerinin (LİDAR vb.) uygulanması; görüntü işleme ve delta tipi robotlar ile atık ayrıştırmaya yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
Sera Gazı Salımının İzlenmesi, Atık Minimizasyonu, Proses Optimizasyonu ve Enerji Verimliliği için İleri Sensör Teknolojileri, Yapay Zeka Ve Uzaktan Algılama	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		<ul style="list-style-type: none">• Sanayi sektörlerinde, üretim sisteminde oluşabilecek ve yönlendirilebilecek tüm atık ısının sensörlerle tespit edilmesi, ileri kontrol sistemleri ile yönetilen üretim süreçlerinde ısıya ihtiyaç duyulan proseslere en verimli üretimi gerçekleştirecek şekilde aktarılması için mevcut sistemlerin optimizasyonu ve yeni sistemlerin üretilmesi• Binalarda enerji performansı ve karbon emisyonu analizinin etkin bir biçimde gerçekleştirilmesi, yapay zeka tabanlı karar verme mekanizmalarının bu analizlere entegre edilmesi amacıyla akıllı termostat ve akıllı aydınlatma teknolojilerinin geliştirilmesi• Atıksu arıtma tesislerinde gerçek-zamanlı veri ile beslenen akıllı izleme ve farklı sistemlerin birlikte çalışması için yapay zekâ tabanlı kontrol ve otomasyon içeren sistemlerin geliştirilmesi ve tesislerin dijital ikizlerinin oluşturulması
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz ve Döngüsel Ekonomi	Ulaştırma ve yapı sektöründe, mekanik sistemlerde ve sanayide büyük oranda enerji verimliliği sağlayan yüksek performanslı yenilikçi malzemeler (oda sıcaklığında kullanılabilen süperiletkenler, yüksek performans ve mukavemete sahip hafif malzemeler, zorlu koşullara dayanıklı yapısal malzemeler, ultra-düşük sürtünme sağlayan kaplama malzemeleri, çevre dostu yalıtım malzemeleri) ve malzeme tasarımları (yapay zeka, eklemeli imalat ve biyotaklit yaklaşımları) geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Oda sıcaklığına yakın sıcaklıklarda kullanılacak süper iletken malzemelerin geliştirilmesi• Ulaşım araçlarında kullanılmak üzere yüksek performans ve mukavemete sahip hafif malzemelerin geliştirilmesi• Ultra-düşük sürtünme sağlayan yeni kaplama malzemelerinin geliştirilmesi• Gelecek vaat eden yeni eklemeli imalat yöntemlerinin ve malzeme kabiliyetlerinin geliştirilmesi• Topoloji optimizasyonu ve kafes yapı tasarımında araç olarak kullanılacak tasarım metodolojileri ve ilgili yazılımların geliştirilmesi• Yüksek entropili alaşımlar, refrakter alaşımlar ve yüksek performanslı polimer nanokompozitler başta olmak üzere yeni yapısal malzeme teknolojilerinin geliştirilmesi• Yerel hammaddeler kullanılarak ısı iletim katsayısı düşük (<0.065 W/mK) olan çevre dostu yalıtım malzemelerinin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
Enerji Verimliliği Sağlayan Yüksek Performanslı Yenilikçi Malzemeler Malzeme Tasarımlarında Yapay Zeka, Eklemeli İmalat ve Biyotaklit Yaklaşımları	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	
		2-4 Yıl	

Bu konu, İklim Şurası Bilim ve Teknoloji Komisyonu çıktıları temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Yüksek verime ve yaşam ömrüne sahip, hafif, esnek ve maliyet-etkin; bina, araç, tarım ve su yüzeyi gibi uygulamalara sinerjik ve ergonomik olarak entegre edilebilecek fotovoltaik hücre, panel ve sistemleri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">Fotovoltaik panellerin ömrünü 50 yılın üzerine çıkarmak için güneş altında dayanıklı enkapsülasyon polimer malzemelerin geliştirilmesiGüneş panellerinin kurulum maliyetlerini azaltılmasına ve kullanım alanlarının artmasına izin verecek şekilde esnek ve hafif olmasının sağlanması amacıyla 100 mikron altındaki silisyum veya ince film (örn., perovskit, CdTe, organik, kuantum nokta, CIGS) güneş hücre teknolojilerinin geliştirilmesiAmorf silisyum veya kuvantum tünelleme elektron ve delik iletimi sağlayan pasive edilmiş kontaklı hücrelerin ve tek soğurucunun getirdiği temel limiti aşmak için CdZnTe, GaAs ve perovskit ile tandem güneş hücrelerin geliştirilmesi ile birim alanda verim artırılmasıGüneş panellerinin maliyetini ve CO2 salımını artıran iki temel unsurdan biri olan gümüş kullanımını azaltmak amacıyla; serigrafi ile kaplanan gümüş miktarının azaltılmasına veya elektroplating ile bakır kaplanmasına yönelik araştırmalar yapılmasıGüneş panellerinin binalar ile sinerjik ve ergonomik olarak entegre edilebilmesi için panellerin renklendirilmesi ve yalıtım gibi bina malzemelerinin standartlarına ulaştırılmasına yönelik araştırmalar yapılmasıGüneş panellerinin araçlar ile sinerjik ve ergonomik olarak entegre edilebilmesi için panellerin renklendirilmesi, aerodinamik ve yalıtım gibi araçlara has standartlara ulaştırılmasına yönelik araştırmalar yapılmasıFotovoltaik panellerin tarım ile entegrasyonunu sağlamak amacıyla, yeterli güneşlenmeye izin veren, bitki türlerine ve yıllık beklentilere uygun, suyun verimli kullanımını da artıran boşluklu silisyum ve ince film veya şeffaf organik paneller geliştirilmesiFotovoltaik panellerin su yüzeyi uygulamalarında ekosistemle uyumlu, tuzlu suya ve dalgalara dayanıklı, mavi ekonomi ile hibrit kullanıma sahip fotovoltaik panellerin geliştirilmesiSoğurucu malzeme ile elektron veya delik geçirgen malzemenin enerji bant uyumunun anlaşılması için temassız ve hızlı sonuçlar veren yöntemlerin geliştirilmesiSoğurucu malzemelerin yüzeylerinde elektron-delik birleşimlerinin sınırlandırılması için kusur içermeyen bağ yapılarının anlaşılması amacıyla deneysel yöntem geliştirilmesi ve hızlı atomik modellemelerin yapılmasıOrganik kurşun halojenür perovskite alternatif olabilecek mevcut silisyum teknoloji ile tandem kullanıma uygun yeni malzemelerin araştırılmasıGüneş enerjisi arzını daha etkin maliyetlere çekebilmek için işçilik maliyetlerini düşürmek ve sistemi etkin olarak kullanabilmek için panellerinin sahaya montajı, işletmesi, idamesi ve bakımı ile ilgili otonom/yarı otonom teknolojilerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Fotovoltaik Hücre, Panel ve Sistemleri	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu 2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Yüksek verimli yoğunlaştırılmış ısı güneş enerjisi sistemleri ve bileşenleri geliştirilecektir. Spektral yansıtıcılığı yüksek (>99%) aynalar, üstün kaplama teknolojileriyle ve faz değiştiren malzemelerin entegre edildiği yüksek soğurucu ve düşük enerji kaybı özelliklerine sahip alıcılar, yüksek özgül enerjiye sahip ve termofiziksel özellikleri yüksek sıcaklık dalgalanmalarına dayanıklı ısı transfer ortamı, yüksek sıcaklıkta faz değiştiren maddelerle desteklenmiş, kaskatlı termal enerji depolama sistemlerine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi termal enerji depolama sisteminin güç santralleri, hidrojen ve endüstri (Demir-Çelik gibi) uygulamalarının yapılabilmesine yönelik araştırmalarYoğunlaştırılmış güneş enerjisi termal enerji depolama sisteminin ısı, güç ve hidrojen üretiminde kullanıldığı sektörler arası entegre enerji sistemi (konutlar, sanayi, ulaşım, tarım sektörleri arasında) araştırmalarıDemir ve kalay gibi malzemeler içermeyen ve spektral yansıtma oranı güneş enerjisinin spektral dağılımına uyumlu şekilde %99 oranına çıkarılmış ayna ve kaplama teknolojilerinin geliştirilmesiDoğrusal odaklı sistemlerde kullanılan içi boşaltılmış tüplerin enerji kayıplarının azaltılması, görünür spektrumda soğuruculuğu yüksek (%95 ve üzeri), kızılötesi spektrumda ışınım yayınlırlığı (%5 ve altı) düşük malzemeler ve/veya kaplamalar geliştirilmesiAlıcı tüplerin içerisine yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve atık malzemeler kullanılan faz değiştiren malzemelerin entegre edilmesi; güneş enerjisinin değişken özelliğinin ısı enerji üretimine etkisinin kaldırılması ve emre amadeliliğin (dispatchability) artırılmasıDüşük yoğunluk, yüksek özgül ısı sığası ve vizkositeye sahip bütünleşik nano-malzemeler içeren ısı transfer ortamının geliştirilmesiEmre amadelik için termal enerji depolama sistemlerinin ısı güneş enerjisi sistemlerine entegre edilmesiRankine çevriminin çok düşük sıcaklıktaki ısı kaynaklarından elektrik üretebilmesi için süperkritik CO2 çalışmalarının yürütülmesi
	Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	
Yüksek Verimli Yoğunlaştırılmış Isıl Güneş Enerjisi Sistemleri	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Bu konu, İklim Şurası Bilim ve Teknoloji Komisyonu çıktıları temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Yüksek verime ve düşük enerji maliyetine sahip, içinde bulunduğu habitat ile daha uyumlu ve uygun tasarımlarla çok amaçlı kullanılabilen karaüstü, denizüstü ve uçan (airborne) rüzgar enerjisi sistemleri ile hibrit yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">10 MW üstü yüzen türbin sistemlerinde ağırlık azaltıcı, stabilite artırıcı, lojistik kolaylaştırıcı, yenilikçi ve modüler tasarımların geliştirilmesi ve performanslarının iyileştirilmesiAçık deniz yüzen sistemlerin çapalarında yenilikçi malzemelerin kullanılmasıAçık deniz yüzen sistemlerin bakım onarım faaliyetlerine özel tasarlanmış deniz araçlarının geliştirilmesiYüzen sistemlerin kuruldukları habitat ile etkileşimlerinin belirlenmesi ve ekosisteme olası zararının en aza indirgenmesi amacıyla teknolojilerin geliştirilmesiÖzellikle 10 MW üstü türbinlerde aktif ve pasif yük kontrolü ve yük azaltma yöntemlerinin geliştirilmesiKompozit rüzgar türbin kanatlarının zamana göre değişken yükler altında dayanımının fiziksel olarak modellenmesiDenizüstü sabit rüzgar türbinlerinde dinamik zemin-yapı etkileşiminin yüksek hassasiyetle tahmin edilebilmesiKaraüstü veya denizüstü santrallerde bütün türbin geometrisinin çözümlenebildiği yüksek başarılı Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği simülasyon kabiliyeti yaratılması (yazılım ve donanım olarak)Birbirine yakın konumlanan karaüstü veya denizüstü santrallerin birbirlerini bloke etme özelliklerinin modellenerek enerji kayıplarının yüksek hassasiyetle tahmin edilmesiKaraüstü veya denizüstü türbinlerin hamleli rüzgar akışı altında (gusty wind conditions) üzerlerinde oluşan yüklerin yüksek hassasiyetle tahmin edilebilmesiKaraüstü veya denizüstü türbinlerde kanat erozyonu ve kanat kirlenmesinin doğru olarak modellenmesi ve türbin performansına etkilerinin incelenmesiYenilikçi akış kontrol yöntemleri geliştirilerek türbinlerin daha yüksek enerji üretimi yapmasının sağlanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesiRüzgar türbin ve santrallerinde yapay zeka temelli kontrolcü sistemlerin geliştirilmesiAkıllı santral ve türbin sistemlerinde kullanılmak amacı ile yenilikçi sensör teknolojilerinin geliştirilmesiRüzgar türbinlerinde kırılma ve bozulma gelişimini tahmin etme yöntemlerinin geliştirilmesiRüzgar türbin kanatlarında kullanılan hibrit kompozit (karbon fiber ve cam fiber) yapıların modellenmesiTürbin kanatlarında yapısal bütünlüğün gömülü sensörler ve dijital ikizler kullanılarak takibiBüyük veri ve yapay zeka kullanılarak rüzgar türbinlerinin yapısal performansının tahmini ve takibiDenizüstü türbin sistemlerinin yakınında (kıyıda veya denizde) deniz suyu kullanan elektrolizör sistemleriyle hidrojen üretimi sistemlerinin geliştirilmesiYenilikçi, kolay kontrol edilebilen, yüksek verimli çalışabilen uçak, uçurtma ve zeplin rüzgar enerji sistemleri geliştirilmesiYüksek irtifada çalışabilecek yenilikçi tasarımların geliştirilmesiÇok amaçlı (hibrit sistemler) yüzer platformlardan üretilen enerji miktarının artırılmasına yönelik çalışmaların yapılmasıHer türlü enerji üretim sahasında hizmet verecek maliyetleri düşürmek için insan mevcudiyetini azaltacak, enerji verimliliğini artıracak kurulum ve bakımdan sorumlu iş makineleri otonom / yarı otonom sistemlerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Karaüstü, Denizüstü ve Uçan (Airborne) Rüzgar Enerjisi Sistemleri	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	
		2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Jeotermal enerji alanında derin sondaj ve yönlü sondaj teknolojileri, diğer enerji kaynaklarıyla kaskatlı olarak entegre edilebilecek ve farklı sektörlerdeki ihtiyaçları karşılayabilecek sistemler, sıcak kuru kaya teknolojileri gibi yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Sondaj kuyularının tasarımlarının ekosistemlere ve tarım alanlarına olumsuz etkilerini gidermeye yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi• Yüksek sıcaklık, yüksek basınç, korozyon ve kaviteasyona dayanıklı malzemelerin geliştirilmesi• Derin ve yönlü sondaj teknolojilerin geliştirilmesi• Derin jeotermal sistemlerdeki enerjiden yararlanmak ve jeotermal sondajların maliyetlerini düşürmek için yeni sondaj teknolojilerinin (kapalı döngü, milimetrik dalga teknolojisi, plazma teknolojisi gibi) geliştirilmesi• Çökme, mikrosismisite problemlerine çözüm olacak modeller ile jeotermal kaynaklı sismiklerin ölçülmesi ve izlenmesine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi• Jeotermal akışkanlardan minerallerin elde edilmesi ve; jeotermal akışkanda bulunan ve batarya teknolojisinde kullanılan lityum ve lityumun yerini alabilecek alternatif minerallerin eldesi için yöntemlerin geliştirilmesi• Jeotermal akışkanın farklı sektörlerde (konut, endüstriyel, tarım, hayvancılık, hizmet, sağlık vs gibi) elektrik eldesi, soğutma uygulamaları, temiz su eldesi, hidrojen, alternatif yakıtlar ve kimyasal üretimi amacıyla etkin, verimli ve kaskatlı kullanılabilmesini sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi• Jeotermal akışkanın deniz suyu arıtımında kullanımına ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi• Jeotermal kaynaklı ısı pompaları ile yeraltı enerji depolama sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması için teknolojilerin geliştirilmesi• Sığ jeotermal sistemlerden daha efektif yararlanmak için yöntemlerin geliştirilmesi• Yer kabuğuna ilişkin ayrıntılı ısı haritaları oluşturma yöntemlerinin geliştirilmesi• Düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynaklardan elektrik üretimini sağlayacak organik rankine çevrimli sistemlerin ve gerektiğinde sıcaklık seviyelerini yükseltecek (heat upgrading) teknolojilerin geliştirilmesi• Jeotermal enerjinin, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla entegre bir şekilde kullanımına imkan verecek teknolojilerin geliştirilmesi• Sıcak kuru kayaların ve bu kayalarda akışkan yerine gazların kullanımına ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Yenilikçi Jeotermal Sistemler ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	<p>Hidrojenin enerji taşıyıcısı, yakıt ve değerli kimyasalların eldesinde hammadde olarak kullanılmasına yönelik değer zincirinin her aşamasında öncü teknolojilerin geliştirilmesi sağlanacaktır. Yenilenebilir ve diğer düşük karbonlu enerji kaynaklarından, linyit, biyokütle ve organik atıklardan karbon tutma teknolojileri ile bütünlüştürülmüş hidrojen üretimi teknolojileri, bor hidrür bileşikler, metal hidritler, sıvı organik hidrojen taşıyıcıları gibi depolama teknolojileri, kriyojenik soğutma ile sıvı hidrojen gibi taşıma teknolojileri, sanayinin ihtiyaç duyduğu amonyak, metanol vb. katma değerli ürünlerin eldesi, enerji yoğun sektörlerde CO2 azaltma ve/veya değerlendirilmesi, ulaşım, mobil ve evsel alanlarda yakıt pili uygulamalarına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi kapsamında Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>		<ul style="list-style-type: none">Doğalgaz/metan/biyometan pirolizi yoluyla hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesiTermoliz, fotoelektrokimyasal, fotoelektroliz, fotoelektrokataliz, fotobiyoliz, sesim/ultrasonik yöntemler ile hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesiKaradeniz dip sularındaki H₂S'den H₂ üretimi için ekolojik ve ekonomik teknolojilerin geliştirilmesiHafif metallerin (alüminyum vb.) hidroliz ile kullanım yerinde hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesiLinyit, biyokütle ve organik atıkların gazlaştırılması ve karbondioksitin tutulması ile hidrojen üretilmesi konusunda teknolojilerin geliştirilmesiYenilenebilir enerjiden elektroliz yolu ile maliyet etkin yeşil hidrojen üretimi teknolojilerinin geliştirilmesiHidrojen taşıma teknolojilerinin geliştirilmesi (kriyojenik soğutma ile sıvı hidrojen, boru hatları vb.)Mevcut altyapı değişiklikleri ve dönüşümüne yönelik (taşıma, depolama, dolum istasyonları vb.) gerekli teknolojilerin geliştirilmesiHidrojen ve hidrojen karışımli yakıtlar için yakma sistemleri teknolojilerinin (yakıcılar, gaz türbini vb.) geliştirilmesiYüksek basınçlı hidrojen depolama sistemleri, bor hidrür bileşikler, metal hidrürler, zeolit, karbon temelli adsorbanlar, LOHC vb. hidrojen depolama teknolojilerinin geliştirilmesiÇeşitli proseslerden üretilmiş hidrojenin temizlenmesi, ayrıştırılması, koşullandırılması için teknolojilerin geliştirilmesiHidrojenli yakıt pili teknolojilerinin farklı uygulamalarda (ulaşım, evsel, taşınabilir uygulamalar) kullanımına imkân verecek teknolojilerin geliştirilmesiEnerji yoğun sektörlerde CO2 azaltma ve/veya değerlendirme amacıyla hidrojen kullanım teknolojilerinin geliştirilmesiHidrojenin hammadde olarak kullanımıyla, alternatif yakıtlar ve kimyasalların üretim teknolojilerinin geliştirilmesi (yenilenebilir metan, metanol, etanol, DME vb.)Hidrojenin hammadde olarak kullanılması ve havadaki azotun ayrıştırılması ile amonyak üretim teknolojilerinin geliştirilmesi (katalizör geliştirilmesi dahil)Hidrojen enerji sistemleri için yardımcı ekipmanlar ve elemanların (kompresör, sensör, valf, sızdırmazlık ekipmanları, akış ölçme ve kontrol bileşenleri vb.) geliştirilmesiYenilenebilir enerji kullanarak maliyet etkin bir şekilde yeşil hidrojen üretilen hidrojen çiftliklerinin kurulması çalışmaları	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri			
Hidrojenin Enerji Taşıyıcısı, Yakıt ve Değerli Kimyasalların Eldesinde Hammadde Olarak Kullanılmasına Yönelik Öncü Teknolojiler	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl		

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Temiz ve güvenli nükleer enerji teknolojilerinde çığır açıcı yaklaşımlardan olan Yeni Nesil Küçük Modüler Reaktör teknolojilerinin geliştirilmesi; Küçük Modüler Reaktörlerin yenilenebilir enerji kaynakları ile entegrasyonu; elektriğin yanında diğer faydalı çıktıları (ısı, temiz su, hidrojen, alternatif yakıtlar gibi) üretebilecek entegre sistem teknolojilerinin ve nükleer atık yönetim teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Çeşitli seçeneklerin öne çıktığı (hafif su, hızlı nötron, grafit moderatörlü yüksek sıcaklık ve ergimiş tuz) küçük modüler reaktör teknolojilerine yönelik çalışmaların yapılması ve ülkemiz için önem ihtiva eden toryuma dayalı nükleer santral teknolojilerinin geliştirilmesi• Küçük modüler reaktörlerin güvenliğinin geliştirilmesi çalışmaları: Sayısal hesaplama alt yapıları, termal / hidrolik – nötronik, yakıt ve malzeme performansı kodları temini ve geliştirilmesi, teorik hesaplamaların ve simülasyon çalışmalarının yapılması• Radyasyon ölçme, izleme ve uyarı sistem teknolojilerinin geliştirilmesi ve kurulması• Reaktör kontrol sistemleri ve ilgili enstrümantasyon, kontrol, ölçüm teknolojilerinin geliştirilmesi• Dijital ikiz ve reaktör simülasyonu geliştirilmesi• Küçük modüler reaktörlerin ısı ve elektrik enerjisi çıktılarından yararlanarak hidrojen üretimi, metanol ve amonyak gibi yakıtların geliştirilmesi ve bu çıktıların gemi taşımacılığı ve tarım gibi uygulamalarda değerlendirilmesi• Yapısal malzemelerin üretimi: Süper Alaşımlı Malzemeler Teknolojisi Geliştirilmesi (Nikel tabanlı süper alaşımlar ve diğer malzemelerin geliştirilmesi ve performans testlerinin yapılması)• Nükleer atık yönetim sistem teknolojilerini geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
Yeni Nesil Küçük Modüler Reaktör Teknolojileri	Not: Generation IV International Forum (GIF) ve ITER vb. uluslararası işbirliği çalışmalarına katılım sağlanması		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Katma değer potansiyeli yüksek organik atıkların ve mikro alglerin biyokimyasal, termokimyasal ve hidrotermal teknolojilerle biyoyakıtlar (katı, sıvı, gaz) ve hidrojen gibi ürünlere dönüştürülmesine yönelik sıfır atık, döngüsel ekonomi ve çoklu ürün amaçlı, yenilenebilir enerji destekli entegre biyorafineriler ve yenilikçi teknolojiler geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Foto(biyo) katalitik yöntemlerle yapay fotosentez proseslerinin geliştirilerek biyoyakıt ve biyohidrojen üretiminde kullanılması• Biyo kaynaklar kullanılarak foto(mikrobiyal)-enzimatik yakıt pili teknolojilerinin geliştirilmesi• Mikroalg ve/veya yenilenebilir biyo kaynaklardan çeşitli sektörlerin kullanımı için sıvı yakıt (sivil havacılık ve denizcilik yakıtları dahil) ve değer zinciri yaratacak yan ürünleri (protein, biyoplastik, biyogübre, vb.) üretme amaçlı, sıfır atık, döngüsel ekonomi ve çoklu ürün eldesine yönelik, maliyet-etkin yenilenebilir enerji destekli entegre biyorafineri teknolojilerinin geliştirilmesi• Biyorafinerilerde kullanılacak (foto)biyoreaktör verimlerinin çok fazlı akışkanlar mekaniği, ışığın kaynaktan temini ve soğurulması teknolojileri, vb yöntemlerle artırılması; enerji verimli, ölçeklendirilebilir biyokütle ayırma, parçalama, kurutma, vd. biyoproses teknolojilerinin geliştirilmesi• Mikroalg türlerinin moleküler iyileştirme teknikleri (CRISPR, RNAi, vd.) kullanılarak 4. nesil biyoyakıtlar ve yüksek katma değerli biyoteknolojik ürünlerin üretimi için geliştirilmesi• Elektrokimyasal, termokimyasal ve fotonik yöntemler ile CO2'in değerlendirilmesi kapsamında biyoyakıt ve değerli kimyasalların üretimi ve biyorafineri uygulamalarına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi• Hidrotermal proses suları dahil atık suların ihtiva ettiği azot ve fosfor besin maddeleri ile karbon yoğun proseslerden ve/veya doğrudan havadan yakalanan CO2'i kullanarak mikro alg üretim teknolojilerinin geliştirilmesi• Atıksu arıtma tesislerinde ortaya çıkan çamur, tarım, orman, hayvancılık ve sanayi kaynaklı diğer atıkları biyokimyasal (enzimatik, mikrobiyal çevrimler dahil), termokimyasal (piroliz, gazlaştırma vb.) ve hidrotermal (hidrotermal sıvılaştırma, karbonizasyon, kritik üstü gazlaştırma vb.) teknolojilerle yenilenebilir katı, sıvı, gaz yakıtlara, biyopestisitlere ve hidrojene dönüştürecek (katalitik iyileştirme dahil) teknolojilerin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
Yenilenebilir Enerji Destekli Entegre Biyorafineriler	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Siber-Fiziksel-Sosyal katmanlardan oluşan enerji sistemlerinde: <ul style="list-style-type: none">• değer zincirindeki tüm faaliyetlerin verimli ve maliyet etkin şekilde çalışmasını amaçlayan,• dijital teknolojilere dayanan,• ölçeklenebilir,• sistemlerin sistemi yaklaşımıyla sistemler arası etkileşimleri dikkate alarak enerji verimliliği sağlayan otonom enerji yönetim sistemlerinin ve karar destek sistemlerinin geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Bina enerji performansı hesaplama ve tahminleme için ileri dijital teknolojilerin (enerji modelleme, oyunlaştırma, yapay zeka, büyük veri analizi, karar-destek sistemleri, tasarım araçları) geliştirilmesi• Binaların ve kentlerin, entegre enerji sistemleri ile birlikte dijital ikizlerinin modellenmesi; binalara ve yapıları çevreye dair büyük veri setlerinin oluşturulması• Kritik amaçlı binalardan (kamu, hastane, askeri gibi) başlamak üzere tüm binaların iklim değişikliğine, afet durumlarına ve enerji kesintilerine dirençliliğinin artırılması için sensör ağları ile gerçek zamanlı izleme ve müdahaleyi mümkün kılan otomasyon teknolojilerinin geliştirilmesi• Kentlerin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine karşı 4D (3D mekan + zaman) risk haritalarının oluşturulması, kentsel ısı adalarındaki yığının tespiti ve acil tehlike durumlarında müdahaleleri destekleyecek karar destek sistemlerinin geliştirilmesi• Yapay zeka teknolojilerinin yanı sıra numerik analizleri de içeren büyük veri analiz yöntemlerinin her bir sistem (elektrik şebekesi, binalar, ulaşım, su şebekesi vb.) ve sistemler arası için geliştirilmesi• SCADA ve gerçek zamanlı izleme sistemleri ile ekranlar arası enerji ticareti uygulamaları için siber güvenlik (blokzincir yapıları, anomali tespiti, siber saldırı, yanlış veri, kaçak kullanım vb.) üzerine yöntemlerin geliştirilmesi• Farklı SCADA ve izleme sistemlerinin birbirleri ile entegre çalışmasının sağlanması• Sistemlerin sistemi anlayışına uygun (farklı sistemlerin birbirine etkilerini gözeterek) karar destek sistemlerinin ve otonom enerji yönetim sistemlerinin ölçeklenebilir olarak tasarlanması• Maliyet-etkin yenilenebilir enerji üretim teknolojilerinin ve sistemlerinin, depolama ünitelerinin, elektrikli araçların, akıllı bina sistemlerinin yönetilmesine yönelik algoritmaların geliştirilmesi
	Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
Sistemler Arası Etkileşimleri Dikkate Alan Otonom Enerji Yönetim Sistemleri			
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		3-7	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli			<ul style="list-style-type: none">* Enerji üretim, iletim ve dağıtım şirketlerine yönelik kayıp / kaçak tespiti yapabilen ve kayıp / kaçak oranını azaltabilecek Yapay Zekâ yöntemlerinin geliştirilmesi,* Enerji İnterneti kavramı; dağıtık enerji toplama ve depolama cihazlarından gelen yüklerin en etkin şekilde talebe göre dağıtılmasını sağlayan akıllı enerji yönetim sistemlerinin geliştirilmesine yönelik dijital teknolojilerle tüm sistemin birbirine bağlanması,* Enerji İnterneti modelinde dağıtık enerji kaynaklarının yönetimi ve güvenli enerji alışverişinde görevde dağıtık sistemler, blok zinciri ve akıllı sözleşmelerin geliştirilmesi,* Enerji düğümleri (nodları), çift yönlü enerji akışıyla enerji alışverişi ve paylaşım ağı elde etmek için akıllı bir şekilde birbirine bağlanmasına imkân tanıyacak Yapay Zekâ yöntemlerinin geliştirilmesi.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Büyük Ölçekli Enerji Üretim, İletim Ve Dağıtım Şirketleri, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Uluslararası İş Birlikleri				
Yapay Zekâ Tabanlı Enerji Kayıp/Kaçak Önleme Sistemleri		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		5 Yıl		

Bu konu, **Yapay Zeka Teknoloji Yol Haritası** temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Temiz, Erişilebilir ve Güvenli Enerji Arzı	Enerji sektörü ihtiyaçlarına yönelik saldırı tespit, veri şifreleme ve yedekleme, veri kaçağı önleme sistemi gibi siber güvenlik çözümlerinin yerli olarak geliştirilmesi hedefine yönelik olarak « Enerji sektörü ihtiyaçlarına yönelik saldırı tespit ve önleme, veri şifreleme ve yedekleme, veri kaçağı önleme sistemi gibi siber güvenlik çözümleri » geliştirilmesi amacıyla Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	3-7	<ul style="list-style-type: none">• Yazılım seviyesi ve veri kaçağı açısından hem veri güvenliğini sağlayıp, hem de verileri yedekleyip olası saldırı sonrası kurtarılmasının sağlanması• Elektrik dağıtım ve iletim şebekelerinin SCADA sistemleri ile güvenli haberleşmesinin sağlanması• Enerji yönetim sistemlerinin özellikle donanım (kontrol kartları, RTU, PLC, vb.) ve yazılım seviyelerinde güvenli şekilde uzaktan kontrolünü sağlayan ürünlerin uluslararası standartlara uygun olarak geliştirilmesi• Ülke genelindeki enerji aktarımı dijital altyapısına gelebilecek siber saldırıların engellenmesi için saldırı tespit ve önleme sistemlerinin % 100 yerli olarak geliştirilmesi
	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Sanayi Kuruluşları; KOBİ'ler, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Teknopark Firmaları, Kamu Kurum ve Kuruluşları, STK'lar, Uluslararası İşbirlikleri		
Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Enerji Mühendisliği, Temel Mühendislik Alanları, Kontrol Mühendisliği, Ağ, Donanım, Algılama ve Tahmin Etme, SCADA, Hukuk			
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Enerji Sektörü İhtiyaçlarına Yönelik Saldırı Tespit ve Önleme, Veri Şifreleme ve Yedekleme, Veri Kaçağı Önleme Sistemi Gibi Siber Güvenlik Çözümleri	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
<p>Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım</p>	<p>Farklı iklim etkilerine karşı (kuraklık, sıcak/soğuk hava dalgası, şiddetli yağış, don vb.) karşı tarım desenleri ve yöntemleri (çöl koşullarında tarım, denizde tarım gibi) geliştirilecek, iklim kaynaklı stres koşullarına dayanıklı yeni ve yerli bitki çeşitlerinin ve hayvan ırklarının daha kısa zamanda geliştirilebilmesi için klasik, biyoteknolojik ve moleküler genetik destekli (CRISPR gen teknolojisi gibi) ıslah çalışmalarına yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • CRISPR teknolojisi gibi daha güvenli ve spesifik genetik materyal düzenlemeleri; gıda ve çeşitli sektörlerde kullanılmak üzere biyoreaktörlerde bitkisel metabolitlerin üretimi • Yeni nesil DNA ve RNA dizileme teknolojilerinin kullanımı aracılığıyla iklim değişikliği sonucunda oluşacak abiyotik ve biyotik stres koşulları ile ilişkili genlerin belirlenmesi, moleküler yolların aydınlatılması ve ıslah için uygun ebeveynlerin seçilmesi • Hızlı ıslah (Speed Breeding) gibi ıslah sürecini kısaltan yeni yöntemler kullanılarak su kullanım etkinliği yüksek, kuraklığa dayanıklı yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesi • Doku kültürü ile klasik yollarla çoğaltılması güç olan bitki türlerinin in vitro mikroçoğaltımı • Klasik ve biyoteknolojik yöntemler kullanılarak iklim değişikliği sonucunda oluşacak biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleranslı/dayanıklı bitki çeşitlerinin ve hayvan ırklarının geliştirilmesi • Virüsten ari bitki fidelerinin moleküler markörler ile seçimi ve çoğaltımı • Yemden yararlanma oranı yüksek ve sera gazı salımı düşük yerli ve kültür ırkı çiftlik hayvanlarının ıslah ve seleksiyon modellerinin geliştirilmesi • Akuakültürde hem tür çeşitliliği (alg, kabuklu gibi) hem de kullanılan teknolojiler açısından alternatiflerin; kapalı devre sistem teknolojileri, sualtı kafes sistemleri, multitrofik ve akuaponik gibi yenilikçi yöntemlerle geliştirilmesi • Değişen iklim koşullarına uyum sağlayabilmek için tarımsal ürün deseninde ülkemizde daha önce yaygın üretimi yapılmayan ancak fazla besin isteği ve toprak seçiciliği olmayan kuraklığa dayanıklı (sorgum ve darı gibi) bitki türlerinin ıslah ve adaptasyon çalışmalarının yapılması • Mikroorganizmaların hücresel fabrikalar (cellular factories) olarak yüksek verimli mikrobiyal protein üretiminde kullanımına yönelik biyoteknolojik yöntemler geliştirilmesi • Elzem amino asit kompozisyonu bakımından hayvansal kaynaklı proteinleri ikame edebilecek alternatif bitkisel protein kaynaklarının (soya gibi) geliştirilmesi ve üretimi • Tarımsal üretimde kuraklıkla mücadele kapsamında farklı kurak ve yarı kurak ekolojik bölgeler ve ürünler için bitki kök bölgesinde suyun uygun tutulmasını sağlayan su hasadı yöntemlerinin (yağmur suyu yönetimi) geliştirilmesi • Deniz ve çöl gibi daha önce tarım alanı olarak kullanılmayan alanların değerlendirilebilmesi için uygun olabilecek bitki ve hayvan türlerinin, çeşitlerinin belirlenmesi ve uyumu kolaylaştıracak teknolojik çözüm yollarının geliştirilmesi • Tarım arazileri ile mera alanlarında iklim değişikliği ve yanlış kullanımlar nedeniyle ortaya çıkan bozulmanın engellenmesi, toprakta organik karbon kayıplarının önlenmesi, tarım topraklarında karbon tutulumunun sağlanmasına yönelik tekniklerin geliştirilmesi • Artılmış kentsel atık suların tarımda etkin ve verimli kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
<p>Öncelikli Ürün ve Teknolojiler</p>	<p>Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli</p> <p>Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri</p>		
<p>Kuraklığa Karşı Tarım Desenleri ve Yöntemleri (Çölde Tarım, Denizde Tarım)</p> <p>Klasik, Biyoteknolojik ve Moleküler Genetik Destekli (CRISPR Gibi) Islah Çalışmaları</p>	<p>Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu</p>	<p>2-4 Yıl</p>	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
<p>Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım</p>	<p>Avrupa Birliği gibi hedef pazarlara yönelik tarım ürünleri ihracatının gelecekte ortaya çıkabilecek yasal düzenlemeler nedeniyle sekteye uğramaması için tarımda pestisit bağımlılığını azaltılmasına ve organik tarımın yaygınlaştırılmasına yönelik yenilikçi biyolojik mücadele yöntemleri (faydalı böcekler gibi), biyoteknolojik uygulamalarla hastalık ve zararlılara dirençli bitkiler ve biyopestisitler geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Drone teknolojisinin, zararlı ve hastalık takip ve tanı sistemlerinde kullanımı ve biyolojik mücadele etmenlerinin (parazitoid, predatör ve mikroorganizma) salımına yönelik uygulamaların geliştirilmesi • Bitki hastalıkları ile mücadelede faydalı organizmaların ve bakteriyofajların üretimi, formülasyonu, etkin doz ve uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi; böylelikle hastalıklardan kaynaklanan ürün kayıplarının azaltılması ve pestisit kalıntısı içermeyen kaliteli ürünlerin elde edilmesi • Biyoteknolojik uygulamalarla organik tarıma uygun doğal biyopestisitler geliştirilmesi • İklim değişikliği sonucu oluşacak hastalık ve zararlılara karşı daha az pestisit kullanılması için gerekli ilaç formülasyonlarının, uygulama aletlerinin ve tekniklerinin geliştirilmesi • Çevreye duyarlı biyorasyonel preparatların geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılması • Pestisite alternatif mücadele yöntemleri değerlendirilerek ürün bazında pestisit kullanımını net olarak azaltacak, "Bağda biyolojik mücadele temelli IPM stratejisi" gibi Entegre Zararlı Organizma Yönetimi (IPM) modellerinin geliştirilmesi • Pestisit kullanımı olmadan üretimi yapılamayan bitki türlerinde biyoteknolojik yöntemlerle böceklere dayanıklılık geni aktarılmış yeni çeşitlerin geliştirilmesi • Hayvancılıkta ilaç kullanımının azaltılmasına yönelik yenilikçi aşılarda geliştirilmesi • Bitki hastalıklarının uzaktan ve yakından tanısı, tespiti, haritalandırılması amacıyla yüksek çözünürlüklü hiperspektral ve termal görüntüleme teknolojilerinin ve erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi • Dikey seralarda organik ürün yetiştiriciliğinde kalite güvencesinin sağlanması ve maliyetlerin düşürülmesine yönelik yapay zekâ ve robot teknolojilerinin geliştirilmesi • İklim değişikliğinin hastalık, zararlı ve yabancı ot popülasyon gelişimine etkilerinin belirlenmesi, izlenmesi ve baskılanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi; pilot uygulamaların yapılması • Pestisitlerin münavebe bitkilerine ve hedef dışı organizmalara karşı toksisitesi ile tarımsal ürünlerdeki kalıntıları ve izin verilen maksimum kalıntı düzeylerinin (MRL) belirlenmesi • Zararlı organizmaların pestisitlere karşı geliştirdiği direncin belirlenmesi, izlenmesi, haritalanması • Herbisit kullanımını azaltmak için yabancı otların tespit, tanı ve mücadelesine yönelik olarak uzaktan algılama, yapay zekâ, insansız hava araçları ve robotik teknolojilerinin geliştirilmesi
<p>Öncelikli Ürün ve Teknolojiler</p>	<p>Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli</p>		
<p>Yenilikçi Biyolojik Mücadele Yöntemleri (Faydalı Böcekler Gibi)</p> <p>Hastalık ve Zararlılara Dirençli Bitkiler ve Biyopestisitler</p>	<p>Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri</p>	<p>Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu</p>	<p>2-4 Yıl</p>

Bu konu, İklim Şurası Bilim ve Teknoloji Komisyonu çıktıları temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım	Tarımsal üretimde kimyasal gübre kullanımını azaltabilmek için yeni nesil etkili gübre üretim teknolojileri ve nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka ve sensör teknolojileri temelli gübreleme sistemleri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Azotlu gübre kullanımının azaltılmasına yönelik olarak azot kullanım etkinliği yüksek çeşitlerin klasik ve/veya biyoteknolojik yöntemler kullanılarak geliştirilmesi• Gıda atıklarından aerobik ve anaerobik fermantasyon teknikleri kullanılarak toprak için yararlı organomineraller ve probiyotik mikroorganizmalar açısından zengin biyogübre geliştirilmesi• Yavaş salımlı gübrelerin geliştirilmesi ve pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi• Gübre sanayinde doğal gaz kullanımına dayalı amonyak üretiminin ve dışa bağımlılığın ortadan kaldırılması amacıyla yenilenebilir enerji kaynakları (güneş enerjisi gibi) kullanarak plazma teknolojisine dayalı amonyak üretim prosesi geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		<ul style="list-style-type: none">• Standart kimyasal gübre uygulaması yerine, toprak analizine dayalı hassas tarım teknikleri kullanarak değişken oranlı gübreleme uygulamalarının geliştirilmesi (Bu kapsamda toprakların üretkenliği ve verimliliğine göre özelliklerinin belirlenerek toprak kalite indekslerinin oluşturulması, ürüne özgü uygunluk sınıflarının belirlenmesi ve toprak veri tabanının oluşturulması; toprak kalite parametreleri içerisinde mikrobiyolojik verimlilik ve mikroorganizma çeşitliliğini saptayan indikatörlerin belirlenmesi)
Yeni Nesil Etkili Gübre Üretim Teknolojileri Nesnelerin İnterneti (IoT), Yapay Zeka ve Sensör Teknolojileri Temelli Gübreleme Sistemleri	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	<ul style="list-style-type: none">• Toprağın belli bir dalga boyunda parmak izi toplanarak, gübrelemeye esas olacak şekilde makine öğrenimine dayalı hızlı toprak analizi yöntemlerinin geliştirilmesi• İnsansız hava araçlarının (İHA) hassas tarımın sadece veri toplama işlemlerinde değil, aynı zamanda otonom ve programlanabilme özelliği sayesinde tarlada istenen bölgeye değişken düzeyli kimyasal (pestisit ve gübre) uygulamalarında kullanılmasına yönelik tekniklerin geliştirilmesi• Nesnelerin interneti (IoT) tabanlı toprak analiz ve izleme sistemlerinin geliştirilmesi• Arazilerin ihtiyacı olduğu alana gübrenin verilmesine yönelik uzaktan algılama uygulamaları, sensör teknolojileri ve yazılımların geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım	Tarımsal üretim potansiyelinin artırılmasına, tarımı etkileyen iklim koşullarının kontrol altına alınmasına ve kritik girdilerin optimal kullanılmasına yönelik insansız tarım araçları (İTA), otonom ve/veya insansız tarım robotları ve ileri teknoloji çevre dostu tarım makinaları, uzaktan algılama teknolojisini içeren veri odaklı tarım bilgi sistemleri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Tarımsal üretimde sera gazı salımı düşük robotik teknolojilerin geliştirilmesi• Çiftlik hayvanlarında metan gazı salımının izlenebilmesine yönelik olarak metan ölçüm sensörlerinin geliştirilmesi• Toprağın sürdürülebilir kullanımına yönelik olarak, bölgenin ekolojik yapısına uygun ve sosyo-ekonomik gereksinimleri karşılayabilecek tarımsal arazi kullanım planlaması modellerinin geliştirilmesi ve pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi• Otomasyon tabanlı sulama teknolojileri geliştirilmesi ve pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi• Meteoroloji uyduları ile bağlantılı hareket edebilen, tarım arazilerinde rutin örnekleme yaparak toprak özelliklerini (karbon miktarı, nem oranı, mineral oranı gibi) tespit edebilen ve buna göre gübreleme, sulama planlaması yapabilen akıllı tarım makinelerinin geliştirilmesi• Tarım ekosisteminde çevre dostu ve döngüsel ekonomiyi hedefleyen, aynı zamanda güvenilir gıda temini için ekolojik bölgelere göre özelleşmiş akıllı tarım tekniklerinin geliştirilmesi ve pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi• İnsansız hava araçları (İHA) ve uydu sistemlerine entegre sensörler aracılığıyla bitki su tüketiminin belirlenmesi ve yapay zeka teknikleriyle izlenmesine yönelik teknolojik uygulamaların geliştirilmesi• İnsansız hava araçları (İHA) ve uydu sistemlerine entegre sensörler aracılığıyla kuraklık takibi, vejetasyon izleme ve verim tahminine yönelik bölgesel düzeyde ve bitkiye göre özelleşmiş modellerin geliştirilmesi• Tarımsal üretim süreçlerinde traktör üzerinden tarlaların gerçek zamanlı takibi, yabancı ot tespiti, hastalık tespiti, bitki gelişim ve azot stresi tespiti işlemlerini gerçekleştirebilecek yapay zekâ destekli yerli platformun geliştirilmesi• Tarımsal üretim süreçlerinde kullanılmak üzere “toprak işleme, ekim, ilaçlama, gübreleme” işlemlerini gerçekleştirebilecek hassas konumlanma sistemine sahip farklı sensör ve ekipmanlarla çalışabilecek tam otonom kendi yürür robot platformu geliştirilmesi• Tarımda suyun sürdürülebilir kullanımı için akıllı sulama sistemlerinin ve gelişmiş karar destek mekanizmalarının oluşturulmasına yönelik sensör ağları, büyük veri, su için bilgi ve kontrol sistemleri, ağ iletişimi, dijital ikiz modeller, yüksek performanslı bilgi işlem ve 5G sonrası iletişim gibi ileri teknolojiler ile yarı gerçek zamanlı veri toplama, analiz, modelleme, tahmin ve görselleştirme teknolojilerinin geliştirilmesi• Bireysel tarımsal ürün ihtiyaçlarının kısmen karşılanmasında, evsel üretime uygun, güneş enerjisi destekli dijital topraksız tarım sistemlerinin geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
İnsansız Tarım Araçları (İTA), Otonom ve/veya İnsansız Tarım Robotları ve İleri Teknoloji Çevre Dostu Tarım Makinaları	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım	<p>Gıda değer zincirinde (üretim, tedarik ve tüketim) kayıpların ve israfın azaltılmasına yönelik blokzincir temelli izlenebilirlik teknolojileri; gıdaların kompozisyon ve üstün kalite özelliklerinin izlenebilmesine yönelik büyük veriye dayalı veri tabanları, ileri tanı teknolojileri (omiks teknolojileri gibi) geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		
Gıda Değer Zincirinde Blokzincir Temelli İzlenebilirlik Teknolojileri İleri Tanı Teknolojileri (Omiks Tek.Gibi)	<p>Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli</p> <p>Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri</p>	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım	Tarımsal üretim süreçlerinde oluşan, ülkemize ait dijital verinin konsolidasyonu ve bilgiye dönüşümünü sağlamak; oluşacak veriden edinilecek bilgi ile tarımsal üretimde iklim etkisini en aza indirmek ve hassas tarımı mümkün kılmak amacı ile tarımsal büyük veri havuzu oluşturulmasına yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		
Hassas Tarımı Mümkün Kılmak Amacı İle Tarımsal Büyük Veri Havuzu ve Tarım Bilgi Sistemleri	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

- Büyük verinin toplanması, saklanması, anlamlandırılması ve kategorizasyonunu sağlayacak yetenekte bilgi sistemlerinin geliştirilmesi
- Gıda endüstrisi atık ve artıklarının kimyasal bileşim özelliklerinin belirlenmesi ve ortak kullanıma açık veri tabanlarının geliştirilmesi
- Merkezi sisteme veri akışının sağlanacağı veri protokolleri ve kontratlarının, paylaşım esaslarının; tarımsal süreçler ve varlıklarla ilgili veri sözlüğü ile birlikte geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım	Sıfır atık hedefi doğrultusunda tarım ve gıda sektöründeki artıklardan ekonomik değeri yüksek biyogübre (kompost, organomineral, mikrobiyal), protein, besinsel lif ve biyoaktif madde üretimine yönelik yeşil ve çevre dostu teknolojiler geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
Tarım ve Gıda Sektörü Atıklarından Biyogübre, Besin Desteği, İlaç Etken Maddesi- Biyoaktif Madde Üretimi	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		<ul style="list-style-type: none">• İnsan sağlığı açısından yararlı bileşikler bakımından zengin gıda endüstrisi atık ve artıklarından yeşil ekstraksiyon (süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu gibi) ve saflaştırma teknolojileri (membran ayırma, adsorpsiyon, kromatografi gibi) yardımıyla besin desteği ve ilaç etken maddesi olarak kullanılmak üzere katma değeri yüksek biyoaktif maddelerin üretilmesi• Selüloz, pektin gibi bileşenler bakımından zengin gıda endüstrisi atık ve artıklarından enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar yardımıyla katma değeri yüksek besinsel lif türevlerinin üretilmesi• Protein bakımından zengin gıda endüstrisi atık ve artıklarından geleneksel fermantasyon ve biyoteknolojik yöntemler ile biyoyararlanım düzeyi yüksek, elzem amino asitlerce zengin protein türevlerinin üretilmesi• Gıda artıklarından aerobik ve anaerobik fermantasyon teknikleri kullanılarak toprak için yararlı organomineraller ve probiyotik mikroorganizmalar açısından zengin toprak iyileştirici/geliştirici sıvı gübre ve kompost malzemelerin geliştirilmesi• Atıkların toprak iyileştirici/geliştirici olarak kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi• Gıda işletmelerinde proses çıkışlarında dijital sensörler kullanılarak atık ve kayıplara yönelik doğru istatistiksel verilerin üretimi, depolanması ve analiz edilmesine ilişkin uygulamaların ve yöntemlerin geliştirilmesi
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		3-8	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Yeşil ve Sürdürülebilir Tarım		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli			<ul style="list-style-type: none">* Tarım ve hayvancılık alanında kalite ve verimin artırılması amacıyla geleneksel yöntemlerin yanı sıra Yapay Zekâ çözümlerinin geliştirilmesi ve kullanımına ilişkin iyi uygulamaların ortaya çıkması,* Tarım alanında üretim verimini arttırmak için Yapay Zekâ temelli yazılımlar kullanılarak optimum ekim ve hasat dönemlerinin belirlenmesi,* Tarım alanlarındaki toprak kalitesinin iyileştirilmesine ilişkin sistemlerin kurulması, bitki koruma yazılımlarının geliştirilmesi, hızlı hastalık tespitleri ve öngörülmesi oluşturulması,* Hayvancılıkta Yapay Zekâ tabanlı yazılımlar ve sistemler ile hayvanların sağlıkları ve verimlerine ilişkin parametrelerin anlık izlenmesi, karar destek sistemlerinin geliştirilmesi,* Bu sektörel uygulamanın, öncelikle dijital olgunluğu yüksek tarım ve hayvancılık işletmelerinde hayata geçirilmesi.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Tarım Birlikleri ve Kooperatifler, Üniversiteler, Teknoloji Tedarikçisi Firmalar				
Tarım ve Hayvancılıkta Kalite ve Verime Yönelik Yapay Zekâ Çözümleri		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		5 Yıl		

Bu konu, **Yapay Zeka Teknoloji Yol Haritası** temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım	Yeni nesil akıllı, entegre ve yüksek hızlı şarj teknolojileri (dinamik şarj, entegre şarj altyapısı vb.) geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		
Yeni Nesil Akıllı, Entegre ve Yüksek Hızlı Şarj Teknolojileri	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

- Mevcut teknolojiye kıyasla daha kısa zamanda şarj imkanı sağlayan yenilikçi şarj teknolojilerinin geliştirilmesi
- Elektrikli araçlar için akıllı ve entegre şarj sistemleri ve teknolojik altyapının geliştirilmesi
- Karayollarının elektrifikasyonu ile dinamik şarj teknolojileri alanında yeni teknolojilerin geliştirilmesi
- Kablosuz dinamik yüksek hızlı şarj teknolojilerinin geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım	Enerji yoğunluğu yüksek batarya hücre teknolojileri (Katı Hal, Li-Metal, Li-Sülfür, Li-Hava, Lityum sonrası bataryalar, vb.), yüksek verimli batarya üretim süreçleri ve verimli batarya yönetim sistemleri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		
Enerji Yoğunluğu Yüksek Batarya Hücre Teknolojileri (Katı Hal, Li-metal, Li-sülfür, Li-hava, Lityum Sonrası Bataryalar, vb.) Yüksek Verimli Batarya Üretimi-Yönetimi	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

- Mobilite uygulamalarında kullanılmak üzere katı hal Li-Metal batarya hücrelerinin geliştirilmesi
- Yüksek enerji yoğunluklu ve yüksek çevrim sayısına sahip uzun ömürlü Lityum Sülfür ve Lityum Hava temelli batarya teknolojilerinin geliştirilmesi
- Sodyum-iyon, magnezyum-kükürt, sodyum-hava, potasyum-iyon, çinko-iyon gibi çığır açıcı alternatif batarya teknolojilerinin geliştirilmesi
- Lityum -iyon sonrası batarya üretimi için, aktif malzemeler, elektrolitler, ayraçlar, bağlayıcılar, akım toplayıcılar, anot/katot malzemeleri geliştirilmesi
- Yüksek verimli çevreye duyarlı batarya üretim süreçlerinin geliştirilmesi
- Enerjiyi daha verimli kullanma imkânı sağlayacak yüksek verimli batarya yönetim sistemlerinin geliştirilmesi
- Ülkemizde yoğun olarak bulunan madenlerden batarya bileşenlerinin geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım	Batarya teknolojisi ile elektrifikasyonu gerçekleştirilemeyen ulaşım araçlarına yönelik çevreci tahrik ve itki sistemleri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	
Batarya Teknolojisi ile Elektrifikasyonu Gerçekleşmeyen Ulaşım Araçlarında Çevreci Tahrik ve İtki Sistemleri	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

- Orta ve yüksek güçlü fosil yakıtlı motorların yerini alabilecek yeşil hidrojene uyumlu teknolojilerin (Hidrojen ve amonyak yakıtlı motorlar, hidrojen depolama sistemleri vb.) geliştirilmesi
- Orta ve yüksek güçlü çevreci yakıt pili (Solid Oksit, Ergimiş Karbonat, PEM vb.) teknolojisi ile çalışan tahrik/itki sistemleri geliştirilmesi
- Sivil uygulamalara yönelik Küçük Modüler Reaktör (SMR) tabanlı tahrik ve itki sistemleri geliştirilmesi
- Yüksek güçlü motorlarda, yanma ile ortaya çıkan karbondioksitin (metan karışımı) yakalanarak yeniden yakıt olarak kullanılabilir hale getirmeye yönelik sistemlerin geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım	Havayolu ulaşımına alternatif olabilecek Hyperloop, Maglev vb. ulaşım sistemlerinin geliştirilmesi ve ulaşım entegrasyonuna yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	
Havayolu Ulaşımına Alternatif Olabilecek Hyperloop, Maglev vb. Ulaşım Sistemleri	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

- Uzun mesafelerde daha kısa sürede ulaşım imkanı sağlayan verimli, ekonomik, emniyetli ve çevreci maglev teknolojilerinin geliştirilmesi
- Maglev sistemlerinde kullanılmak üzere oda sıcaklığına yakın sıcaklıklarda kullanılacak süper iletken malzemelerin geliştirilmesi
- Hyperloop teknolojilerinin ve Hyperloop sistemlerinde kullanılmak üzere alt sistemlerin (Vakumlu ortamlar için soğutma sistemleri, vb.) geliştirilmesi
- Ses üstü hızlarda çalışmak üzere aerodinamik tasarım ve uygun malzemelerin geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu			Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım	Açık veri, yapay zeka ve ileri dijital teknolojileri kullanan entegre, verimli, güvenli, çevreye duyarlı akıllı ulaşım sistemleri geliştirilmesine yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.		<ul style="list-style-type: none">• Ulaşımında dijital dönüşümün hayata geçirilmesine yönelik veri kıymetlendirme odağında uygulamalı araştırmalar yapılması• Ulaşım sistemlerinde açık veri uygulamasını destekleyecek teknolojilerin ve destekleyici uygulamaların geliştirilmesi• Fiziksel internet ile ulaşımında verimliliğin artırılması• Mikro ve mini mobilite teknolojileri ile modlar arası entegrasyonun iyileştirilmesine yönelik araştırmaların yapılması• Yenilikçi haberleşme sistemleri ve karar destek sistemleri içeren verimli, güvenli, akıllı yeşil limanların ve havalimanlarının geliştirilmesi ve ulaşım ağına entegre edilmesi• Bağlantılı ve otonom trenler için çok türlü (multimodal) hareketliliğe entegre yenilikçi haberleşme teknolojileri içeren, verimli, emniyetli, akıllı demiryolu trafik sistemi geliştirilmesi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		
Entegre, Verimli, Güvenli, Çevreye Duyarlı Akıllı Ulaşım Sistemleri	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Sürdürülebilir Akıllı Ulaşım	Yenilikçi algılama sistemleri, haberleşme sistemleri, yüksek işlem kapasiteli elektronik donanımlar içeren bağlantılı, kooperatif, tam otonom (sürücüsüz) mobilite sistemleri ile ulaştırma ağının dönüşümüne yönelik Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme, Yenilik Projeleri desteklenecektir.	
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		
Bağlantılı, Kooperatif, Tam Otonom (Sürücüsüz) Mobilite Sistemleri ile Ulaştırma Ağının Dönüşümü	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Kamu Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar ve Uluslararası İşbirlikleri	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	2-4 Yıl

- Araç üstünde kullanılacak yenilikçi sensörlerin geliştirilmesi
- Mobilite uygulamalarında X2X sistemleri ve yenilikçi haberleşme teknolojileri (6G vb.) kullanılarak verimliliğin artırılması
- Mobilite uygulamalarına yönelik yüksek işlem kapasiteli elektronik donanımların geliştirilmesi
- Bağlantılı, otonom ve paylaşımlı ulaşım araçları, akıllı yol sistemleri, araç haberleşme sistemleri gibi akıllı ulaşım sistemlerinin kurgulanacağı, uygulanacağı ve test edilebileceği merkezlerin kurulması
- Tüm ulaşım modlarında bağlantılı, kooperatif, tam otonom, net sıfır emisyonlu mobilite çözümlerinin geliştirilmesi

**Demir-Çelik
Sektörü**

**Alüminyum
Sektörü**

**Çimento
Sektörü**

Gübre Sektörü

**Kimyasallar
Sektörü**

**Plastik
Sektörü**

- 1.1. **Kok fırınlarında iyileştirilmiş ve alternatif kömür hammaddelerin** kullanılması
- 1.2. **Sinter ve Pelet tesislerinde enerji ve hammadde girdilerinin ve verimliliğinin** iyileştirilmesi
- 1.3. **Yüksek fırınların ve bazik oksijen fırınlarının alternatif hammadde kaynaklarının** kullanmasına ve **enerji verimliliğinin** artırılmasına yönelik teknolojiler
- 1.4. **Yüksek fırınlarda ve bazik oksijen fırınlarında döngüsel ve geri kazanım/kullanıma yönelik atık yönetimi** proselerinin tasarlanması, uygulanması

1. Entegre Demir-Çelik Üretimi



- 2.1. **Sürekli döküm, haddeleme, ısıl işlem ve yüzey işlem** proselerinin iyileştirilmesine ve verimliliğini artırmaya yönelik alternatif ve yenilikçi proselerin ve yöntemlerin geliştirilmesi

2. Sürekli Döküm ve Yarı Mamul İşlenmesi (Haddeleme, Isıl ve Yüzey İşlem)



- 3.1. **Hurda ayıklama ve hazırlama** proselerinin iyileştirilmesine yönelik yöntemlerin ve uygulamaların geliştirilmesi
- 3.2. Hurdadan çelik üretiminde **alternatif hammaddelerin** kullanmasına yönelik yöntemlerin geliştirilmesi
- 3.3. Elektrikli ark ve pota ocaklarından çıkan **katı atıkların döngüsel ekonomi süreçleriyle geri dönüşümüne** yönelik yenilikçi proselerin ve uygulamaların geliştirilmesi

3. Hurdadan Çelik Üretimi – Elektrikli Ark Ocağı, İndüksiyon Ocağı ve Pota Ocağı Fırınları



- 4.1. **DRI ve diğer alternatif Demir-Çelik üretim yöntemleri** geliştirilmesi, pilot gösterimleri ve ölçek büyütme çalışmaları

4. DR (Doğrudan indirgeme) ve Diğer Alternatif Demir-Çelik Üretim Yöntemleri



- 5.1. Parça dökümde **enerji verimliliğini artırmaya yönelik alternatif** proselerin ve yöntemlerin geliştirilmesi
- 5.2. Parça dökümde **proses çıktılarının (döküm kumları, cüruflar, filtre tozları vb.) değerlendirilmesine** yönelik yöntemlerin geliştirilmesi

5. Parça Döküm



- 6.1. Demir-çelik ve parça döküm sektörlerinde **optimizasyon, enerji girdisi, verimlilik ve atık yönetimine** yönelik uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması
- 6.2. **Karbon yakalama, kullanımı ve depolama (CCUS)** teknolojilerinin prosese entegrasyonuna yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesi

6. Demir-Çelik ve Parça Döküm Sektöründe Optimizasyon, Enerji Girdisi, Verimlilik ve Atık Yönetimi



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Demir-Çelik sektöründeki entegre tesislerde kok, sinterleme, peletleme, yüksek fırın ve bazik oksijen fırın tesislerinde karbon ayak izinin ve iklim etkilerinin en aza indirilmesine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi, pilot gösterimlerin gerçekleştirilmesi	1.1. Kok fırınlarında iyileştirilmiş ve alternatif kömür hammaddelerin kullanılması	a. Biyokömür (Isı Verilerek Torrefaksiyon ile Kurutulmuş, Peletlenmiş Biyokütle) üretimi ve kullanımı	9	3-4	2026
		b. Düşük emisyon üretecek verimli kömür harman modellerinin geliştirilmesi	9	7	2026
	1.2. Sinter ve Pelet tesislerinde enerji ve hammadde girdilerinin ve verimliliğin iyileştirilmesi	a. Ateşleme fırının verimliliğinin artırılmasına yönelik "Çok Yarıklı Brülörlerin" ve "Perde Alev Ateşleme Sistemlerinin" geliştirilmesi, pilot gösterimlerinin yapılması	8	3-4	2026
		b. Sinterleme prosesinde Hidrojence zengin Kok gazı veya doğrudan hidrojen kullanılmasının araştırılması	3	1	2026
		c. Pelet tesislerinde enerji ve hammadde girdilerinin ve verimliliğin iyileştirilmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	8	-	2026

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Demir-Çelik sektöründeki entegre tesislerde kok, sinterleme, peletleme, yüksek fırın ve bazik oksijen fırın tesislerinde karbon ayak izinin ve iklim etkilerinin en aza indirilmesine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi, pilot gösterimlerin gerçekleştirilmesi	1.3. Yüksek fırınların ve bazik oksijen fırınlarının alternatif hammadde kaynaklarının kullanılmasına ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik teknolojiler	a. Yüksek fırında kok kullanım oranının azaltılması veya kok kömürüne alternatif hammaddelerin kullanımı, atık plastiklerin enjeksiyonu, toz haline getirilmiş kömür enjeksiyonu (PCI), doğal gaz enjeksiyonu, karbon kompozit aglomeratların şarjı gibi yöntemlerle verimliliğin artırılması ve karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	Atık Plastik 9; Biyokömür 6; HBI 8-9; Ferrokok 7-8	Atık Plastik 3-4; Biyokömür 3-4; HBI 7-8; Ferrokok 3-4	2026
		b. Bazik oksijen fırınında CO2 emisyonlarının azaltılmasına (CO gazının zenginleştirilmesi gibi) yönelik çalışmalar (proses tasarımları, geliştirmeler, vb.) gerçekleştirilmesi	7-8	2-3	2026
	1.4. Yüksek fırınlarda ve bazik oksijen fırınlarında döngüsel ve geri kazanım/kullanıma yönelik atık yönetimi proseslerinin tasarlanması, uygulanması	a. Karbondioksitin kuru reforming ile sisteme indirgeyici gaz (CO) veya hidrojen kullanarak sentez gazı olarak geri kazanımı	6	2-3	2026
		b. Yüksek fırın ve çelik üretim proseslerinden çıkan baca tozları ve filtre tozlarının döngüsel ve geri kazanım/kullanıma yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	8	8	2026

Demir-Çelik Sektörü – Sürekli Döküm ve Yarı Mamul İşlenmesi (Haddeme, Isıl ve Yüzey İşlem)

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Sürekli döküm ve yarı mamül işlenmesinde (haddeme, ısıl ve yüzey işlem) prosesinde verimliliği artırmaya ve proseslerin iyileştirilmesine yönelik yöntemlerin geliştirilmesi	2.1. Sürekli döküm, haddeme, ısıl işlem ve yüzey işlem proseslerinin iyileştirilmesine ve verimliliğini artırmaya yönelik alternatif ve yenilikçi proseslerin ve yöntemlerin geliştirilmesi	a. Reküperatör veya Rejeneratif brülörlerin geliştirilmesi	Hidrojen Brülör 9; Reküperatör ve Rejeneratif Brülör 9	Hidrojen Brülör 7; Reküperatör ve Rejeneratif Brülör 6-8	2026
		b. Kesintisiz şerit üretimi çalışmalarının geliştirilmesi	9	3-4	2035
		c. Haddeme prosesinde konvansiyonel üretim teknikleri yerine yenilikçi üretim tekniklerinin (Direkt Haddeme, Termomekanik Haddeme, Normalizeli Haddeme, Ferritik Haddeme, Direkt Su Verme Temperleme) geliştirilmesi, uygulanması ve yaygınlaştırılması	Direk Haddeme 9; Termomekanik Haddeme 9; Normalizeli 9; Ferritik Haddeme 8; Direk Su Verme ve Temperleme 9	Direk Haddeme 8; Termomekanik Haddeme 9; Normalizeli 9; Ferritik Haddeme 3-4; Direk Su Verme ve Temperleme 8	2030
		d. Sıcak haddelenecek yarı mamullerin yüzey işlemleri için alternatif yenilikçi ve çevreci teknolojilerin geliştirilmesi, kullanılması ve yaygınlaştırılması	9	7-9	2026
		e. Ürünün oksidasyon ve korozyon direncinin artırılmasına yönelik yenilikçi ve çevreci metalik ve organik/inorganik kimyasal kaplama proseslerinin geliştirilmesi	9	7-9	2026
		f. Direkt şarj, sıcak şarj gibi tekniklerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	Sıcak Şarj 9; Direkt Şarj 9	Sıcak Şarj 8; Direkt Şarj 3-4	2030
		g. Direkt şerit döküm teknolojilerinin geliştirilmesi	9	3-4	2035

Demir-Çelik Sektörü – Hurdadan Çelik Üretimi – Elektrikli Ark Ocağı, İndüksiyon Ocağı ve Pota Ocağı Fırınları

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
3. Hurdadan çelik üretiminde elektrikli ark ocağı, indüksiyon ocağı ve pota ocağının verimliliğinin artırılması ve karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi	3.1. Hurda ayıklama ve hazırlama proseslerinin iyileştirilmesine yönelik yöntemlerin ve uygulamaların geliştirilmesi	a. Hurda temizleme ve ayıklama proseslerinin ve uygulamalarının geliştirilmesi ve çelik hurdadan, bakır, kalay ve diğer problemler elementlerin kontaminasyonunun giderilmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	7-8	2-3	2026 proseslerin geliştirilmesi 2030 proseslerin pilot denemeleri 2035 proseslerin endüstriyel olarak uygulanması
	3.2. Hurdadan çelik üretiminde alternatif hammaddelerin kullanılmasına yönelik yöntemlerin geliştirilmesi	a. EAF ve İkincil metalurji uygulamalarında kok tozuna alternatif olabilecek hammaddelerin kullanılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	5-6	3-4	2035
		b. Dolomit ve kireçtaşı yerine daha az CO2 salınımı olan alternatif curuf yapıcılarının geliştirilmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	8-9	6-7	2026
3.3. Elektrikli ark ve pota ocaklarından çıkan katı atıkların dögüsel ekonomi süreçleriyle geri dönüşümüne yönelik yenilikçi proseslerin ve uygulamaların geliştirilmesi	a. Elektrik ark fırın tozlarından (EAFD) pirometalürji, hidrometalürji veya kimyasal ayırma yöntemleriyle Zn/ZnO ve pik Fe kazanımıyla ilgili çalışmaların gerçekleştirilmesi	8-9	5-6	2026 Ar-Ge, 2030 pilot tesis ve 2035 endüstriyellemesi gerçekleştirilebilir.	

Demir-Çelik Sektörü – DR (Doğrudan indirgeme) ve Diğer Alternatif Demir-Çelik Üretim Yöntemleri



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
4. İklim etkileri daha az olan ve dünyada sıkça kullanılmaya başlanan doğrudan indirgeme proseslerinin geliştirilmesi, pilot tesislerin ve uygulamaların hayata geçirilmesi	4.1. DRI ve diğer alternatif Demir-Çelik üretim yöntemleri geliştirilmesi, pilot gösterimleri ve ölçek büyütme çalışmaları	a. Demir içerikli atıkların en etkin şekilde değerlendirilmesini sağlayacak doğrudan indirgeme (DR) proseslerinin ve tesislerin tasarımı	9	3-4	2026 tasarım, 2030 pilot tesis ve 2035 ticari uygulamaya geçilebilir.
		b. İndirgeyici Ergitme (SR) proseslerinin geliştirilmesi ve tesislerinin tasarımı	9	3-4	2026 tasarım, 2030 pilot tesis ve 2035 ticari uygulamaya geçilebilir.
		c. Yakıt olarak hidrojen veya doğal gaz kullanılabilen proseslerin geliştirilmesi ve pilot tesis çalışmalarının yapılması	8	3-4	2026 tasarım, 2030 pilot tesis ve 2035 ticari uygulamaya geçilebilir.
		d. Ülkemizde bulunan düşük tenörlü demir cevherlerinin kullanımına özel proseslerin tasarlanması	6-7	2-3	2026 tasarım, 2030 pilot tesis ve 2035 ticari uygulamaya geçilebilir.
		e. Plazma teknolojisi kullanılarak cevherden doğrudan çelik üretimi	4	1	2026 tasarım, 2030 pilot tesis ve 2035 ticari uygulamaya geçilebilir.

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
5. Parça döküm prosesinde proses ve enerji verimliliğini artırmaya yönelik yöntemlerin geliştirilmesi ve atık yönetimi	5.1. Parça dökümde enerji verimliliğini artırmaya yönelik alternatif proseslerin ve yöntemlerin geliştirilmesi	a. Döküm proseslerinde ısı, enerji ve sarf maddelerini minimize edilmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	Ergitme Sistemleri: 6-8; Maça Üretiminde Yeni Nesil Reçine ve Katkı: 6-8	Ergitme Sistemleri: 4-5; Maça Üretiminde Yeni Nesil Reçine ve Katkı: 4-5	2026 laboratuvar ölçeği; 2030 endüstriyel ölçeğe yakın pilot tesis
		b. Eklemeli imalat tekniklerinin (3D üretim gibi) döküm proseslerinde kullanımının araştırılmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi (Kalıp, maça vb. üretiminde) ve uygulamalarının yaygınlaştırılması	8-9	4-8	2030
	5.2. Parça dökümde proses çıktılarının (döküm kumları, cürufur, filtre tozları vb.) değerlendirilmesine yönelik yöntemlerin geliştirilmesi	a. Döküm kumlarının, cürufur vb. çıktılarının rejenerasyon sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	Kum: 7-8 Cüruf: 3-4 Filtre Tozları: 2-3	Kum: 4-5 Cüruf: 2-3 Filtre Tozları: 2-3	2026
		b. Kullanılmış döküm kumunun parça döküm dışındaki diğer sektörlerde değerlendirilmesine yönelik sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	Kum: 7-8 Cüruf: 3-4 Filtre Tozları: 2-3	Kum: 4-5 Cüruf: 2-3 Filtre Tozları: 2-3	2026
		c. Döküm cürufur ve filtre tozlarının döküm dışındaki diğer sektörlerde değerlendirilmesine yönelik sistemlerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	Kum: 7-8 Cüruf: 3-4 Filtre Tozları: 2-3	Kum: 4-5 Cüruf: 2-3 Filtre Tozları: 2-3	2026

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
6. Demir-Çelik ve Parça Döküm sektörlerinde optimizasyon, enerji girdisi, verimlilik ve atık yönetimi yöntemlerin geliştirilmesi	6.1. Demir-çelik ve parça döküm sektörlerinde optimizasyon, enerji girdisi, verimlilik ve atık yönetimine yönelik uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	a. Demir-Çelik ve Parça Döküm sektöründe üretim proseslerinin dijital ve elektronik teknolojilerle optimizasyonuna yönelik uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	4-6	2-4	2030
		b. Demir-Çelik tesislerinin enerji girdisinin ekonomik döngüsellğe uygun ve yenilenebilir kaynaklardan olmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	9	9	Yenilenebilir enerji: 2026 Hidrojen: 2030-2035
		c. Tüm proseslerde enerji, su ve malzeme verimliliğinin artırılmasına yönelik en iyileme çalışmalarının gerçekleştirilmesi	9	8-9	2026
		d. Demir-çelik tesislerinde yan ürün ve atık yönetimine ilişkin yöntemlerin ve uygulamaların geliştirilmesi	Cüruf+karbon yakalama+ısı geri kazanımı: 5	Cüruf+karbon yakalama+ısı geri kazanımı: 1-2	2026
		e. Atık gazların ve ısının geri kazanımına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	9	8-9	2026
	6.2. Karbon yakalama, kullanımı ve depolama (CCUS) teknolojilerinin prosese entegrasyonuna yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesi	a. Karbon yakalama, kullanımı ve depolama (CCUS) teknolojilerinin prosese entegrasyonuna yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesi	7-9	3-4	2030-2035

- 1.1. Alümina üretiminde **enerji verimliliğinin** artırılması, **iyileştirilmiş hammaddeler ve proseslerin** kullanılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
- 1.2. Alüminyum üretim prosesinde **yenilikçi proseslerin** geliştirilmesi ve entegrasyonları

1. Birincil Alüminyum Üretiminde Karbon Ayak İzinin Azaltılması



- 2.1. İkincil Alüminyum üretiminde, alüminyum **hurda ayıklama ve hazırlama** için yenilikçi teknolojilerin/yöntemlerin geliştirilmesi ve üretim sürecine entegrasyonları
- 2.2. İkincil Alüminyum üretiminde **enerji verimliliğini artırmaya yönelik** proseslerin ve yöntemlerin geliştirilmesi

2. İkincil Alüminyum Üretiminde Hurda Ayıklama, Verimlilik Artışı



- 3.1. Döküm, haddeleme, ekstrüzyon, dövme, ısıl işlem ve yüzey işlem proseslerinin **enerji verimliliklerinin artırılmasına** yönelik uygulamaların geliştirilmesi

3. Yarı Mamul İşlemede Enerji Verimliliği



- 4.1. Alüminyum parça dökümünde malzeme, makine ve sıvı metal **proses teknolojilerinin** geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması
- 4.2. Alüminyum parça dökümünde **proses tasarımı ve optimizasyonuna** yönelik teknolojilerin geliştirilmesi

4. Alüminyum Parça Dökümde Verimlilik Artışı



- 5.1. Alüminyum sektöründe optimizasyon, enerji girdisi, verimlilik ve atık yönetimine yönelik uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması

5. Alüminyum Sektöründe Optimizasyon, Enerji Girdisi, Verimlilik ve Atık Yönetimi



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Birincil Alüminyum üretiminde alümina ve alüminyum üretim proseslerinde karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	1.1. Alümina üretiminde enerji verimliliğinin artırılması, iyileştirilmiş hammaddeler ve proseslerin kullanılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	a. Alüminyum ve alümina üretimi için halihazırda kullanılmayan hammaddelerin (Diasporit boksit, Alunit, Kil gibi) kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	9	4	2026-2030
		b. Hidro ve pirometalurjik prosesler ile pilot çalışmalar gerçekleştirilmesi ve halihazırda gerçekleştirilen proseslerin iyileştirilmesi	9	6	2026-2030-2035
		c. Alümina üretiminde ortaya çıkan yan ürünlerin (Lityum, Galyum, Stronsiyum gibi) elde edilmesine yönelik yöntemlerin geliştirilmesi	9	4	2030-2035
	1.2. Alüminyum üretiminde yenilikçi proseslerin geliştirilmesi ve entegrasyonları	a. Elektroliz proseslerinde inert anotlar ve ıslatılabilir katotların kullanımına yönelik proseslerin geliştirilmesi ve üretime entegrasyonuna yönelik pilot uygulamalar	6	2-3	2026-2035

Alüminyum Sektörü – İkincil Alüminyum Üretiminde Hurda Ayıklama, Hazırlama ve Verimlilik Artışı

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. İkincil alüminyum üretiminde hurda ayıklamaya ve verimliliği artırmaya yönelik yöntemlerin geliştirilmesi	2.1. İkincil Alüminyum üretiminde, alüminyum hurda ayıklama ve hazırlama için yenilikçi teknolojilerin/yöntemlerin geliştirilmesi ve üretim sürecine entegrasyonları	a. Isıl hurda hazırlama yöntemlerinin (Döner ya da akışkan yatak, lak ve boya giderme vb.) geliştirilmesi	Lak/Boya Giderme sistemleri: 9 Dikey Lak/Boya Giderme sistemleri: 6 Direkt Ergitme: 9	Lak/Boya Giderme Sistemleri: 5 Dikey Lak/Boya Giderme Sistemleri: 2-3 Direkt Ergitme: 9	Kaplama Giderme Sistemlerinin Geliştirilmesi: 2030 Kük'lerin Döner Ergitme Fırında Direkt Ergitilmesine Uygun Döner Fırın Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Ortaya Çıkan Öz Isının Değerlendirilmesi: 2026
		b. Alaşım özelinde hurda ayırma teknolojilerinin (Sensör bazlı hurda ayırma, x-ışınları vb.) geliştirilmesi	8	4	2030-2035
	2.2. İkincil Alüminyum üretiminde enerji verimliliğini artırmaya yönelik proseslerin ve yöntemlerin geliştirilmesi	a. Yanma, yakma ve ergitme verimi yüksek, metal verimini düşürmeyecek yenilikçi sistem ve fırın tasarımlarının geliştirilmesi	9	4-5	2030
		b. İndüksiyon fırınlarında daha verimli (Frekans seçimi vb.) ve daha yüksek kapasiteli fırın tasarımlarının geliştirilmesi	9	8	2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
3. Yarı mamul alüminyum işlenmesinde döküm, haddeleme, ekstrüzyon, dövme, ısıtma işlem ve yüzey işlemlerinin enerji verimliliğini artırmaya yönelik yenilikçi uygulamaların geliştirilmesi	3.1. Döküm, haddeleme, ekstrüzyon, dövme, ısıtma işlem ve yüzey işlem proseslerinin enerji verimliliklerinin artırılmasına yönelik uygulamaların geliştirilmesi	a. Yarı mamul proseslerinin (Döküm, haddeleme, ekstrüzyon, tel çekme vb.) ve malzemelerinin verimliliğini artırılmasına yönelik sistem ve yöntemlerin geliştirilmesi	9	8-9	2026-2030
		b. Yanma ve yakma verimi yüksek; metal verimini düşürmeyecek yenilikçi sistem ve fırın tasarımlarının geliştirilmesi	9	7-8	2026-2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
4. Alüminyum parça döküm proseslerinde verimliliğinin artırılmasına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi	4.1. Alüminyum parça dökümünde malzeme, makine ve sıvı metal proses teknolojilerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	a. Verimli ve çevresel odaklı yeni teknoloji ergitme-bekletme sistemlerinin ve sıvı metal proseslerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	Ergitme-Bekletme Sistemleri: 6-9 Sıvı Metal Prosesleri: 6-9 Alüminyum Master Alaşım: 9	Ergitme-Bekletme Sistemleri: 4-8 Sıvı Metal Prosesleri: 4-8 Alüminyum Master Alaşım: 5-6	Proseslerin Geliştirilmesi: 2026 Endüstriyel Ölçeğe Yakın Pilot Tesislerin Geliştirilmesi: 2030 Endüstriyel Ölçekli Uygulamaların Yaygınlaştırılması: 2035
		b. Yenilikçi döküm teknolojilerinin ve sarf malzemelerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	Yenilikçi Döküm Teknolojileri: 6-9 Sarf Malzemeleri: 6-9	Yenilikçi Döküm Teknolojileri: 4-8 Sarf Malzemeleri: 4-8	Proseslerin Geliştirilmesi: 2026 Endüstriyel Ölçeğe Yakın Pilot Tesislerin Geliştirilmesi: 2030 Endüstriyel Ölçekli Uygulamaların Yaygınlaştırılması: 2035
	4.2. Alüminyum parça dökümünde proses tasarımı ve optimizasyonuna yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	a. Döküm üretim süreçlerinin iyileştirilmesi	Alüminyum Döküm Prosesi: 6-9 Eklemeli İmalat (Kalıp/Maça): 6-9	Alüminyum Döküm Prosesi: 3-8 Eklemeli İmalat (Kalıp/Maça): 4-8	Proseslerin Geliştirilmesi: 2026 Endüstriyel Ölçeğe Yakın Pilot Tesislerin Geliştirilmesi: 2030 Endüstriyel Ölçekli Uygulamaların Yaygınlaştırılması: 2035

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
5. Alüminyum sektöründe optimizasyon, enerji girdisi, verimlilik ve atık yönetimi yöntemlerinin geliştirilmesi	5.1. Alüminyum sektöründe optimizasyon, enerji girdisi, verimlilik ve atık yönetimine yönelik uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	a. Alüminyum sektöründe üretim proseslerinin dijital ve elektronik teknolojilerle optimizasyonuna yönelik uygulamaların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması	4-6	2-4	2030
		b. Alüminyum ve alaşımlarının üretim tesislerinde kullanılan enerji girdisinin ekonomik döngüsellğe uygun ve yenilenebilir kaynaklardan sağlanmasına yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi	Yenilenebilir enerji kullanımı: 9 KYKD: 9	Yenilenebilir enerji kullanımı: 9 KYKD: 3-4	Yenilenebilir enerji: 2030-2035 KYKD: 2026-2030-2035
		c. Tüm proseslerde enerji ve malzeme verimliliğinin artırılmasına yönelik en iyileme çalışmalarının gerçekleştirilmesi ve yaygınlaştırılması	9	8-9	Hali hazırda uygulanan proses birim işlemleri ve sarf malzemeleri: 2026 Üretim teknolojilerinin iyileştirilmesi: 2030 Malzeme (tanımlanmış ve sertifikalandırılmış) ve makina iyileştirilmesi: 2035
		d. Alüminyum tesislerinde ortaya çıkan yan ürün ve atık yönetimine ilişkin yöntemlerin ve uygulamaların geliştirilmesi	9	3-4	2026-2030-2035
		e. Atık ısının ve suyun geri kazanımına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların yaygınlaştırılması	9	8-9	2026

- 1.1. Klinker, çimento ve beton üretim süreçlerinde **yenilenebilir enerji kaynaklarının** kullanılmasına yönelik yerli teknolojik çözümlerin geliştirilmesi
- 1.2. Klinker ve çimento üretim proseslerinin **verimliliğini artırarak karbon ayak izini azaltacak** şekilde iyileştirilmelerine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi

1. Klinker, Çimento ve Beton Üretimine Yönelik Enerji Çözümleri



- 2.1. Klinker üretim süreçlerinin **iklim etkilerini en aza indirecek ve verimliliklerini artıracak** iyileştirmelere yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi
- 2.2. Klinker üretim süreçlerine entegre edilecek şekilde maliyet etkin **karbon dioksit yakalama, depolama ve kullanımına** yönelik teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi

2. Klinker Üretiminde İklim Etkilerinin Azaltılması ve Verimin Artırılması



- 3.1. Beton ve çimento bağlayıcı malzemelerin üretim sürecinde **karbon ayak izinin azaltılmasına** yönelik alternatif çimento türlerinin kullanımının yaygınlaştırılması için pilot uygulamalar ve teknolojilerin geliştirilmesi
- 3.2. Beton ve çimento bağlayıcı malzemelerin ve hammaddelerinin üretim ve bakım sürecinde endüstriyel kaynaklı **atık ısı ve karbondioksit emisyonlarının kullanımı ve değerlendirilmesine** yönelik çözümlerin geliştirilmesi
- 3.3. Beton ve çimento bağlayıcı malzemelerin üretim sürecinde **çimento kullanımını azaltmaya ve dayanıklılığı/kalıcılığı artırmaya** imkân sağlayacak malzeme ve süreçlerin geliştirilmesi

3. Beton ve Çimento Bağlayıcı Malzemelerin Üretimine İyileştirilmesi ve Yeni Süreçlerin Geliştirilmesi



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Klinker Üretimine Yönelik Enerji Çözümleri	1.1. Klinker üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına yönelik yerli teknolojik çözümlerin geliştirilmesi	1.1.a. Yenilenebilir enerji (güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle vb.) kaynaklarının, klinker, çimento ve beton üretim süreçlerine (termal prosesler, kırma, öğütme, taşıma araçları ve üniteleri) entegrasyonuna yönelik tasarımlar, uygulamaların ve ekipmanların geliştirilmesi	9	9	2026
	1.2 Klinker ve çimento üretim proseslerinin verimliliğini artırarak karbon ayak izini azaltacak şekilde iyileştirilmelerine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	1.2.a. Atık ısı geri kazanım yerli sistemlerinin geliştirilmesi ve pilot gösterimlerin gerçekleştirilmesi	9	9	2026
		1.2.b. Klinker üretimi sonrasında çimento üretim süreçlerinde iklim etkilerini en aza indirecek ve verimi artıracak şekilde otonom üretim ve/veya dijital dönüşüme yönelik çözümlerin geliştirilmesi	7	7	2026
		1.2.c. Klinker üretimi sonrasında çimento üretim süreçlerinde iklim etkilerini en aza indirecek ve verimi artıracak daha verimli malzemelerin, ekipmanların, yöntemlerin ve süreçlerin geliştirilmesi	7	7	2030
	1.2.d Çimento üretimi süreçlerinde ekipman kaynaklı kinetik, ısı vb. enerjilerin yeniden kullanılmasına yönelik çözüm önerilerinin geliştirilmesi	3	1	2035	

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Klinker Üretiminde İklim Etkilerinin Azaltılması ve Verimin Artırılması	2.1 Klinker üretim süreçlerinin iklim etkilerini en aza indirecek ve verimliliklerini artıracak iyileştirmelere yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi	2.1.a. Klinker üretim süreçlerinde iklim etkilerini en aza indirecek ve verimi artıracak şekilde otonom üretim ve/veya dijital dönüşüme yönelik çözümlerin geliştirilmesi		7	2026
		2.1.b. Klinker üretim süreçlerinde iklim etkilerini en aza indirecek ve verimi artıracak daha verimli malzemelerin, ekipmanların, yöntemlerin ve süreçlerin geliştirilmesi		5-6	2030
		2.1.c. Alternatif yakıt kullanım oranlarının artırılması amacıyla sistemde gerekli iyileştirmelerin gerçekleştirilmesi		6-7	2026
		2.1.d. Enerji tasarrufu sağlanması amacıyla klinker üretiminde pişme sıcaklığını düşürücü hammaddelerin ve yardımcı malzemelerin kullanılması ve doğru uygulamaların geliştirilmesine yönelik çalışmaların gerçekleştirilmesi			2026
	2.2 Klinker üretim süreçlerine entegre edilecek şekilde maliyet etkin karbon dioksit yakalama, depolama ve kullanımına yönelik teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulamaların gerçekleştirilmesi	2.2.a. Kalsinasyon sonucu ortaya çıkan karbon dioksit için karbon yakalama, kullanım ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesi	6-7	6	2030-2035

Çimento Sektörü – Beton ve Çimento Bağlayıcı Malzemelerin Üretimini İyileştirilmesi ve Yeni Süreçlerin Geliştirilmesi



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
3. Beton ve Çimento Bağlayıcı Malzemelerin Üretimini İyileştirilmesi ve Yeni Süreçlerin Geliştirilmesi	3.1 Beton ve çimento bağlayıcı malzemelerin üretim sürecinde karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik alternatif çimento türlerinin kullanımının yaygınlaştırılması için pilot uygulamalar ve teknolojilerin geliştirilmesi	3.1.a Enerji tasarruflu, düşük karbonlu, farklı katkıları içeren çimento tiplerinin kompozisyon tasarımı ve pilot çalışmaları	8	8	2026-2030
	3.2 Beton ve çimento bağlayıcı malzemelerin ve hammaddelerinin üretim ve bakım sürecinde endüstriyel kaynaklı atık ısı ve karbondioksit emisyonlarının kullanımı ve değerlendirilmesine yönelik çözümlerin geliştirilmesi	3.2.a. Karbon dioksit ile kürlemeye yönelik endüstriyel çözümler üretilmesi	8-9	3-4	2030-2035
		3.3.a. Klinker ve çimento üretim girdileri olarak farklı endüstriyel atıklara yönelik endüstriyel paylaşım analizinin gerçekleştirilmesi, değerlendirilebilecek olası atıkların saptanması ve kullanıma uygun hale getirilmesine yönelik ön işlemlerin geliştirilmesi, mevcut katkıların kullanım miktarlarının artırılması ve/veya alternatif çimento bileşenlerinin araştırılması ve geliştirilmesi	8-9	4-6	2026
	3.3 Beton ve çimento bağlayıcı malzemelerin üretim sürecinde çimento kullanımını azaltmaya ve dayanıklılığı/kalıcılığı artırmaya imkân sağlayacak malzeme ve süreçlerin geliştirilmesi	3.3.b. Çimentoya alternatif hammaddelerin yüksek oranda kullanımının çimento ve beton üretiminde kullanılmasına yönelik teknolojik çözümlerin geliştirilmesi, yaygın olarak kullanılmakta olan mineral katkıların yerine alternatif puzolan kaynaklarının araştırılması ve kullanılmasına yönelik süreçlerin ve teknolojik çözümlerin geliştirilmesi	4-6		2030
		3.3.c. Çimento ve beton için sürdürülebilirliğe katkı sağlayan yeni nesil kimyasal katkıların geliştirilmesi ve yapının servis ömrü ve sürdürülebilirliğini artırmaya yönelik özel betonlar tasarlanması	8-9	4-6	2035

- 1.1. **Yenilenebilir ve yeni nesil enerji sistemlerinin** organik gübre üretimindeki fermentasyon, kurutma, hijyenizasyon ve buharlaştırma proseslerinde kullanım
- 1.2. Aerobik/Anaerobik **fermente gübre** üretiminin yaygınlaştırılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve pilot gösterimlerin yapılması
- 1.3. Besin içeriği **yüksek organo-mineral gübrelerin** üretimine yönelik yenilikçi organik ve kimyasal katkıların ve proseslerin öncelikli olarak yerel kaynaklar kullanılarak tasarlanması
- 1.4. **Biyostimulantların**, öncelikli olarak yerel kaynaklardan geliştirilmesi

1. Organik ve Organo-mineral Gübre Üretim Teknolojileri



- 2.1. **Kompoze gübre** üretim süreçlerinde **kayıpların önlenmesi** ve **geri kazanıma** ilişkin yöntemlerin geliştirilmesi
- 2.2 **Azotlu gübre** üretim sürecinin **hammadde, katalizörler** açısından iyileştirilmesi, daha verimli hale getirilmesi ve **azot gazı emisyonlarının düşürülmesine** ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi
- 2.3. **Sülfürik asit** üretim sürecinde döngüsel prosesler tasarlanarak **enerji-kaynak verimliliği sağlanması ve sülfür dioksit emisyonlarının azaltılmasına** yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
- 2.4. **Fosforik asit** üretim sürecinde döngüsel prosesler tasarlanarak **verimlilik artışı ve emisyon azaltımı** sağlanmasına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi

2. Mineral Gübre Üretim Süreçleri



- 3.1. **Gübre etkinliğini artıracak yeni nesil aktivatör, kaplama, inhibitör** ve benzeri maddelerin üretimine ve uygulamalarına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi
- 3.2. **Nanogübrelerin** ekonomik ve ekolojik üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve pilot gösterimlerin yapılması
- 3.3. **Yavaş salımlı ve kontrollü salımlı** gübrelerin üretilmesi ve ilgili teknolojilerinin geliştirilmesi

3. İleri Teknoloji Gübreler



- 4.1. **Toprak ve bitki analizlerinin** izlenmesi ve değerlendirilmesi için yeni teknolojilerin geliştirilmesi
- 4.2 **Biyosensör** teknolojilerinin geliştirilmesi

4. Gübrelerin Etkin Kullanımı



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Organik ve Organo-mineral Gübre Üretim Teknolojileri	1.1. Yenilenebilir ve yeni nesil enerji sistemlerinin organik gübre üretimindeki fermantasyon, kurutma, hijyenizasyon ve buharlaştırma proseslerinde kullanım	1.1.a. Kurutma prosesinde gazlaştırma ile elde edilmiş sentez gazı kullanımına yönelik uygulamaların geliştirilmesi	9	7-8	2026
		1.1.b. Kurutma işlemini yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çalışan ısıtıcılar vasıtasıyla gerçekleştirmek amacıyla sistemlerin tasarımı ve entegrasyonu	9	8-9	2030
		1.1.c. Enerji verimliliğine yönelik yeni nesil ekipmanların geliştirilmesi	9	8-9	2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1.Organik ve Organo-mineral Gübre Üretim Teknolojileri	1.2. Aerobik/Anaerobik Fermente gübre üretiminin yaygınlaştırılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve pilot gösterimlerin yapılması	1.2.a. Fermantasyon prosesinin verimliliği artıracak şekilde tasarlanması; Biyolojik dönüşüm ve iyileştirme proseslerinin geliştirilmesi; kullanılan hammaddelerin kalite ve standartlara uygunluğunun test edilmesi	8-9	3-4	2035
		1.2.b. Hızlı fermantasyon tekniklerinin mikroorganizmalar ve enzimler kullanılarak geliştirilmesi	Fermantasyonda mikroorganizma kullanımı THS: 7 Fermantasyonda enzim kullanımı THS:1	Fermantasyonda mikroorganizma kullanımı THS: 3-4 Fermantasyonda enzim kullanımı THS:1	2030
		1.2.b1. Besin değeri bakımından zengin fermente gübrelerin oluşumuna yönelik standartlara uygun tek ve/veya karma mikroorganizma kültür koleksiyonlarının öncelikli olarak yerel kaynaklardan oluşturulması ve geliştirilmesi			
		1.2.b2. Fermentasyon proseslerinde kullanılacak enzimlerin üretiminin araştırılması			
		1.2.c. Mikroalgal biyogübre üretimi: Mikroalgal biyoteknoloji uygulamalarının geliştirilmesi ve gübre yönetmelikleri içinde yer alan mikroalgal biyoçeşitliliğinin araştırılması	8-9	3-4	2026
		1.2.d. Organik, organo-mineral, biyostimulant ve mikrobiyal üretiminde kullanılmak üzere yerli besiyerlerin geliştirilmesi	9	3-4	2035
		1.2.e. Bitki, insan ve hayvan atıklarından kimyasal ve biyolojik yöntemlerle aminoasit üretimi	9	7-9	2035

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Organik ve Organo-mineral Gübre Üretim Teknolojileri	1.3. Besin içeriği yüksek organo-mineral gübrelerin üretimine yönelik yenilikçi organik ve kimyasal katkıların ve proseslerin öncelikli olarak yerel kaynaklar kullanılarak tasarlanması	1.3.a. Ham fosfat ağırlıklı organomineral gübrelerde ham fosfatın suda çözünebilir fosfor miktarını artıracak kimyasal ve/veya biyolojik proseslerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi	1-2	1-2	2030
		1.3.b. Depo ömrünü artırmaya ve kullanımını kolaylaştırmaya yönelik granül kalitesini yükseltecek proseslerin geliştirilmesi	1-2	1-2	2030
		1.3.c. Piroliz ürünlerinin organo-mineral gübre üretiminde kullanılmasına yönelik yenilikçi proseslerin geliştirilmesi	4-5	3-4	2030
	1.4. Biyostimulantların, öncelikli olarak yerel kaynaklardan geliştirilmesi	1.4.a. Bitki gelişimini iyileştiren, adaptasyonu artıran, bitkisel ve çevresel stresler ile hastalık ve zararlılara karşı koruyan biyostimulant ürün ya da formülasyonların geliştirilmesi	7-9	7-9	2035
		1.4.b. Toprak verimliliğinin ve mikrobiyom çeşitliliğinin iyileştirilmesi için biyostimulantların geliştirilmesi	7-9	7-9	2035
		1.4.c. İndüklenmiş bakteriyel gübreler, metabolit, enzim ve bitki gelişim düzenleyici üretiminde genetik modifiye bakteri kullanım olanaklarının araştırılması	7-9	7-9	2035

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Mineral Gübre Süreçleri	2.1. Kompoze gübre üretim süreçlerinde kayıpların önlenmesi ve geri kazanıma ilişkin yöntemlerin geliştirilmesi	2.1.a. Isıtma, kurutma gibi proseslerde enerji verimliliğine yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi	5-6	3-4	2030
		2.1.b. Geri dönüştürülmüş ve geri kazanılmış suyun kullanıma yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi	5-6	2-3	2030
		2.1.c. Yenilikçi su soğutma teknolojilerinin geliştirilmesi	6-7	4	2030
		2.1.d. Proses emisyon kayıplarının azaltılarak proseste geri dönüştürülmesine yönelik teknolojiler geliştirilmesi	7-9	2-3	2030
	2.2. Azotlu gübre üretim sürecinin hammadde, katalizörler açısından iyileştirilmesi, daha verimli hale getirilmesi ve azot gazı emisyonlarının düşürülmesine ilişkin teknolojilerin geliştirilmesi	2.2.a. Azotlu gübre ve hammaddelerinin üretimine yönelik yeni nesil katalizörler geliştirilmesi	4	4	2030
		2.2.b. Azotlu gübre üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	4	3	2030
		2.2.c. Azot oksit emisyonlarını azaltmaya yönelik Mevcut En İyi Tekniklerin (Best Available Techniques – BAT) uygulamalarına yönelik yeni teknolojilerin geliştirilmesi	6	4	2035
		2.2.d. Sıvılaştırılmış amonyağın doğrudan gübre olarak kullanımını yaygınlaştırmaya yönelik teknolojiler geliştirilmesi			2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Mineral Gübre Süreçleri	2.3. Sülfürik asit üretim sürecinde döngüsel proseslerin tasarlanarak enerji-kaynak verimliliği sağlanması ve sülfür dioksit emisyonlarının azaltılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	2.3.a. Proses sırasında çıkan sıcak kondens, sülfürik asit gibi ürünlerin sahip olduğu ısının alternatif enerji kaynağı olarak sisteme dönüşünün sağlanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	8-9	8-9	2026
		2.3.b. Sülfürik asit üretim süreçlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji tasarrufuna yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	4-5	3-4	2035
		2.3.c. Baca gazlarının arıtılması ve geri dönüşebilecek gazların kazanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	8-9	8-9	2026
	2.4. Fosforik asit üretim sürecinde döngüsel prosesler tasarlanarak verimlilik artışı ve emisyon azaltımı sağlanmasına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi	2.4.a. Katı/sıvı/gaz atıkların azaltılması ve geri kazanımına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	8-9	3-4	2030
		2.4.b. Fosforik asit üretiminde bir yan ürün olarak açığa çıkan fosfojipsin, döngüsel ekonomiye geri kazandırılması yönünde yeni proseslerin geliştirilmesi ve/veya pilot gösterimlerinin yapılması	8-9	4-5	2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
3. İleri Teknoloji Gübreler	3.1. Gübre etkinliğini artıracak yeni nesil aktivatör, kaplama, inhibitör ve benzeri maddelerin üretimine ve uygulamalarına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	3.1.a. Bu kapsamda kullanılacak olan girdilerin öncelikli olarak yerel kaynaklarla ve/veya yerli üretim ile üretilme olanaklarının araştırılması	8-9	7-8	2035
	3.2. Nanogübrelerin ekonomik ve ekolojik üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi ve pilot gösterimlerin yapılması	3.2.a. Nanogübre üretiminde kimyasal yöntemler yanında alternatif yöntemlerin (yeşil sentez gibi) kullanılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	8-9	3-4	2026
		3.2.b. Nanogübrelerin ekosistemdeki olası olumsuz etkilerinin belirlenmesi ve giderilmesine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	1-2	1-2	2026
	3.3. Yavaş salımlı ve kontrollü salımlı gübrelerin üretilmesi ve ilgili teknolojilerinin geliştirilmesi	3.3.a. Kontrollü ve yavaş salım sağlayacak maddelerin çevre dostu alternatiflerinin geliştirilmesi	9	9	2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
4. Gübrelerin Etkin Kullanımı	4.1. Toprak ve bitki analizlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi için yeni teknolojilerin geliştirilmesi	4.1.a. Toprak kalitesi, besin ihtiyacı ve bitkinin beslenme durumunun tespitine yönelik sensör veya biyosensörlerin geliştirilmesi	9	9	2030
	4.2. Biyosensör teknolojilerinin geliştirilmesi	4.2.a. Elektro-kimyasal biyosensörler, fiziksel biyosensörler, optik biyosensörler, giyilebilir biyosensörler, nanosensörler vb. üretiminin ve kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	6-7	4-5	2030

1.1. Kimya sanayiinde hammadde ve prosese dayalı **karbon ve su ayak izinin azaltılmasına yönelik yenilikçi çözümler ve katalizörler**

1.2. Temel **petrokimyasalların** sürdürülebilir üretimi

1. Enerji Yoğun Proseslerde Temiz Enerji Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması, Sürdürülebilir Hammadde Kullanımı



2.1. **Biyokütle kaynaklarından** (tarım, orman, evsel) ve **endüstriyel organik atıklardan** gazlaştırma, [Kimyasallar Sektörü – Biyorafineriler](#) piroliz gibi termokimyasal ve/veya biyokimyasal yöntemlere dayalı **biyorafineri teknolojileri ve uygulamalarının** geliştirilmesi

2.2. Biyorafinerilerde kullanılacak **biyoreaktör verimlerinin** artırılması

2. Biyorafineriler



3.1 **Mavi Amonyak** üretimine ilişkin yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi

3.2. **Yeşil Amonyak** üretimi

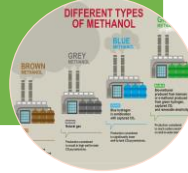
3. Mavi/Yeşil Amonyak Üretimi



4.1. **Mavi Metanol** üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi

4.2. **Yeşil Metanol** üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi

4. Mavi/Yeşil Metanol Üretimi



5.1. Esterleşme proseslerinin minimum enerji ile ve sürdürülebilir hammaddeler kullanılarak gerçekleştirilmesi

5.2. Plastik sektörü için plastifiyan ve alev geciktirici üretimi

5.3. Yeşil çözücülerin ve fermente asit tuzlarının üretimi

5.4. Biyobazlı polioller üretim süreçlerinin geliştirilmesi (poliüretan ve poliester gibi proseslerde kullanılmak üzere)

5.5. Karbon kaynağı olarak karbondioksitin yeşil kimyasalların üretiminde kullanılması

5.6. Karbon kaynağı olarak karbondioksit ve yeşil hidrojenin kullanılması ile sentetik yakıt üretimi

5. Yeşil Kimyasallar (Esterler, Oleokimyasallar, Epoksiler gibi) ve Sentetik Yakıtlar



6.1. **Elektroliz proseslerinin iyileştirilmesiyle** yeşil hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesi

6.2. **Fotokatalitik proseslerinin** iyileştirilmesiyle yeşil hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesi

6.3. **Yeşil hidrojen depolama teknolojilerinin** geliştirilmesi

6. Yeşil Hidrojen Üretim Prosesleri



7.1. **Membran üretimi** ve kullanımına yönelik teknolojiler

7.2. **Yeni adsorban/adsorbent üretimi** ve kullanımına yönelik teknolojiler

7. Yeşil Kimyada İleri Ayırma Teknolojileri-Membranlar ve Adsorbanlar



8.1. Kauçuk sektöründe **yenilikçi geridönüşüm proseslerinin** geliştirilmesi

8.2. Doğal kauçuk ve karbon siyahı yerine kullanılacak daha **çevre dostu alternatif ürünlerin** geliştirilmesi

8. Kauçuk Sektöründe kullanılacak Alternatif Maddeler



9.1. **Yerli Kaynaklardan ve Atıklardan Geri kazanım teknolojilerinin** geliştirilmesi

9. Yerli Kaynaklardan ve Atıklardan Kritik Hammaddelerin Üretimi

Kimyasallar Sektörü – Enerji yoğun proseslerde Temiz Enerji Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması, Sürdürülebilir Hammadde Kullanımı-1



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Kimya sanayinde kullanılan enerji yoğun proseslerde karbon ayak izini azaltacak ve enerji verimliliğini artıracak, yenilikçi teknolojiler ve katalizörlerin geliştirilmesi, üretime entegre edilmesi ve sürdürülebilir hammadde kaynak kullanımının artırılması	1.1. Kimya sanayiinde hammadde ve prosese dayalı karbon ve su ayak izinin azaltılmasına yönelik yenilikçi çözümler ve katalizörler	1.1.a. Organik bazlı atık materyallerden temel petrokimyasal ara girdilerin (temel olefinler, BTX aromatikler, metanol, vb.) üretimi ve enerji kazanımı için termokimyasal ve katalitik dönüşüm süreç uygulamaları	Gazlaşma piroliz uygulması için THS:9 Katalitik piroliz uygulması için THS:7-9	Gazlaşma piroliz uygulması için THS:9 Katalitik piroliz uygulması için THS: 6	2026
		1.1.b. Ham petrolden direkt temel petrokimyasal ara girdilerin (temel olefinler, BTX aromatikler, metanol vb.) tek aşama üretimi ile karbon ayak izinin azaltılması	Ham petrolden kimyasal üretimi için THS:7	Ham petrolden kimyasal üretimi için THS : 4	2035
		1.1.c. Kimyasalların üretim proseslerinde atık minimizasyonunu sağlayacak teknolojilerin ve katalizörlerin geliştirilmesi	5	3-4	2026-2030
		1.1.d. Hammadde olarak yeşil, mavi hidrojen üretim proseslerinin enerji yoğun kimyasal üretim proseslerine entegrasyonu	6	3	2030
		1.1.e. Kimyasal proseslerde karbon (karbondioksit karbonmonoksit) tutma/yakalama ve dönüştürme teknolojilerinin uygulanması	Ürünler bazında THS ilgili bölümde tablo olarak verilmiştir.	Ürünler bazında THS ilgili bölümde tablo olarak verilmiştir.	2030
		1.1.f. Kullanılmış solventlerin ve diğer kimyasalların geri kazanımı ve girdi olarak kullanımına yönelik yenilikçi çözümler	Solvent kazanımı için THS: 5-9 Diğer kimyasallar ve atıktan bileşen kazanımı için THS: 3-5	Solvent kazanımı için THS: 4-9 Diğer kimyasallar ve atıktan bileşen kazanımı için THS:3-4	2030

Kimyasallar Sektörü – Enerji yoğun proseslerde Temiz Enerji Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması, Sürdürülebilir Hammadde Kullanımı - 2



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Kimya sanayinde kullanılan enerji yoğun proseslerde karbon ayak izini azaltacak ve enerji verimliliğini artıracak, yenilikçi teknolojiler ve katalizörlerin geliştirilmesi, üretime entegre edilmesi ve sürdürülebilir hammadde kaynak kullanımının artırılması	1.2. Temel petrokimyasalların sürdürülebilir üretimi	1.2.a. Atık plastiklerin monomerlere ve sıvı ürünlere dönüştürülmesinde yeni proseslerin ve katalizörlerin geliştirilmesi	6-9	3-7	2030
		1.2.b. Atık kompozit plastiklerden PET monomerlerinin geri kazanılması	6-9	3-7	2030
		1.2.c. Plastik kompozit materyallerden fonksiyonel karbon malzemelerin üretilmesi	Piroliz ve katalitik piroliz çarısı eldesi için THS: 6-9 Piroliz ve katalitik pirolizde karbon siyahı eldesi için THS: 6-9 Çardan rafinasyon ile karbon siyahı eldesi için THS: 6-9	Piroliz ve katalitik piroliz çarısı eldesi için THS: 6-9 Piroliz ve katalitik pirolizde karbon siyahı eldesi için THS: 6-9 Çardan rafinasyon ile karbon siyahı eldesi için THS: 6-9	2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Petrokimya sektörünün petrol ve doğalgaz girdili proseslerden biyokütle bazı proseslere geçişini sağlayacak teknolojilerin, altyapının ve uygulamaların geliştirilmesi	2.1. Biyokütle kaynaklarından (tarım, orman, evsel) ve endüstriyel organik atıklardan gazlaştırma, piroliz gibi termokimyasal ve/veya biyokimyasal yöntemlere dayalı biyorafineri teknolojileri ve uygulamalarının geliştirilmesi	<p>2.1.a Termokimyasal dönüşüm teknolojilerine dayalı biyorafineri teknolojileri ve uygulamalarının geliştirilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> (Hidrotermal) Karbonizasyon, piroliz, gazlaştırma, kavurma (torrefaction) gibi farklı termokimyasal sürekli (continuous) dönüşüm prosesleri ile biyoyakıt ve katma değerli ürünlerin üretilmesi; biyoyakıtların yakıt özelliklerini ve ısı değerini artıracak katalizörlerin geliştirilmesi Organik atıklardan sentez gazı üretim ve dönüşüm teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması Biyokütle kullanan termokimyasal prosesler için ürün ve/veya enerji kazanım hedefine yönelik seçici heterojen katalizörlerin geliştirilmesi 	<p>Biyokütle ve organik atıklar Gazlaştırma ve Piroliz için THS: 6-9</p> <p>Sentez gazından yakıt ve değerli kimyasal üretimi için THS: 4-9</p> <p>(Hidrotermal) Karbonizasyon için THS:4-6</p>	<p>Biyokütle ve organik atıklar Gazlaştırma ve Piroliz: THS: 6-9</p> <p>Sentez gazından yakıt ve değerli kimyasal üretimi için THS: 4-7</p> <p>(Hidrotermal) Karbonizasyon için THS:2-3</p>	2026-2030-2035
		<p>2.1.b. Kimyasal Dönüşüm Proseslerine dayalı (esterifikasyon, hidrolizasyon, hidrojenasyon vb.) biyorafineri teknolojileri ve uygulamalarının geliştirilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarımsal atık ve/veya gıda niteliği olmayan ikinci nesil ve üzeri biyokütleden ara girdi olarak kullanılacak platform kimyasalların üretilmesi 	6-9	4-7	2026-2030-2035
		<p>2.1.c. Biyokimyasal Dönüşüm Proseslerine dayalı biyorafineri teknolojileri ve uygulamalarının geliştirilmesi</p> <ul style="list-style-type: none"> Biyoteknolojik prosesler ile gaz (hidrojen, metan vb.) ve sıvı (etil alkol bütanol, aseton vb.) ürünlerin üretimi Biyogaz tesisi gibi biyorafinerilerde oluşan sıvı ve katı çıktılarının (digestatın) tarımda organik gübreler olarak kullanımı için uygun teknoloji ve uygulamaların geliştirilmesi 	<p>Biyogaz ve Biyometan için THS : 6-9</p> <p>Bioetanol için THS: 9</p> <p>Biyobütanol için THS: 3-4</p> <p>Biyohidrojen için THS: 3-5</p> <p>Biyohitan (biyometan+biyohidrojen) için THS: 6-9</p> <p>Digestattan gübre ve toprak iyileştirici vb ürünlerin eldesi için THS: 6-9</p> <p>Digestattan N-P ve diğer ürünlerin kazanımı için THS: 3-4</p>	<p>Biyogaz için THS: 6-9</p> <p>Biyometan için THS: 4-6</p> <p>Bioetanol için THS: 9</p> <p>Biyobütanol için THS: 3-4</p> <p>Biyohidrojen için THS:3-5</p> <p>Biyohitan (biyometan+biyohidrojen) için THS:4-6</p> <p>Digestattan gübre ve toprak iyileştirici vb ürünlerin eldesi için THS: 6-9</p> <p>Digestattan N-P ve diğer ürünlerin kazanımı için THS: 3-4</p>	2026-2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Petrokimya sektörünün petrol ve doğalgaz girdili proseslerden biyokütle bazlı proseslere geçişini sağlayacak teknolojilerin, altyapının ve uygulamaların geliştirilmesi	2.2.Biyorafinerilerde kullanılacak biyoreaktör verimlerinin artırılması	2.2.a. Biyorafinerilerde hammadde olarak biyokütlenin ayırma, parçalama, kurutma ve benzeri prosesler ile hazırlanması işlemlerinde enerji verimli, ölçeklendirilebilir, yenilikçi teknolojik çözümlerin üretilmesi	7-9	7-9	2026
		2.2.b. Biyokütleden fermentasyon yöntemiyle laktik asit ve benzeri organik asitlerin üretimi, saflaştırılması ve biyoplastik üretiminde girdi olarak kullanımına yönelik verimli proseslerin geliştirilmesi	7-9	THS:2-4 (Asetik asit ve Laktik asit hariç) Asetik asit ve Laktik asit için THS: 7-9	2026-2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
3. Ulaşım ve sanayide yakıt olarak, ısıtma-soğutma ve enerji dönüşüm proseslerinde ve gübre sektöründe kullanılmak üzere mavi/yeşil amonyak üretim teknolojilerinin geliştirilmesi	3.1. Mavi Amonyak üretimine ilişkin yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi	3.1.a. Geleneksel amonyak üretiminde sera gazı minimizasyonuna yönelik karbon dioksit yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilmesi ve entegrasyonuna ilişkin çalışmalar	7-9	7-9	2026-2030-2035
		3.1.b. Reformer ünitesinde kullanılmak üzere iyileştirilmiş katalizör tasarımları	6-9	2-4	2026-2030-2035
		3.1.c. Geleneksel amonyak üretiminde optimizasyona yönelik olarak tüm prosesin dijitalleşmesi	7-9	1-4	2026
		3.1.d. Kömür sentez gazından amonyak ve başta üre olmak üzere amonyak türevleri üretiminde yenilikçi teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulanması	7-9	3-4	2026-2030
	3.2. Yeşil Amonyak üretimi	3.2.a. Havadan yüksek saflıkta azot eldesinde düşük enerji tüketimli adsorbentlerin ve membranların geliştirilmesi	7-9	3-4	2030
		3.2.b. Deniz suyundan desalinasyonla ve yenilenebilir elektrik enerjisi kullanımı ile elektrokimyasal yöntemle verimli saf hidrojen eldesine yönelik teknoloji geliştirilmesi	5-8	4-7	2030
		3.2.c. Azottan elektrokimyasal indirgeme yöntemiyle amonyağın üretilmesi teknolojilerinin geliştirilmesi	3-4	1-3	2030-2035

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
4. Metanol üretiminde kuyudan depoya (Well to Tank – WTT) karbon ayak izinin azaltılması, mavi ve yeşil metanol üretimlerinin gerçekleştirilmesi	4.1. Mavi Metanol üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	4.1.a. Kömürden, biyokütle ve organik atıklardan elde edilen sentez gazından karbondioksit salımsız metanol üretimine ilişkin proseslerin geliştirilmesi	8-9	4-5	2026-2030
	4.2. Yeşil Metanol üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	4.2.a. Endüstriyel tesislerden veya havadan tutulan karbondioksitten ve yeşil hidrojenden metanol üretimine yönelik proseslerin ve katalizörlerin geliştirilmesi	8-9	4-5	2026-2030
		4.2.b. Karbondioksitten elektrokimyasal indirgeme yöntemiyle metanol üretimi	3-5	1-3	2026-2030-2035

Kimyasallar Sektörü – Yeşil Kimyasallar (Esterler, Oleokimyasallar, Epoksiler gibi) ve Sentetik Yakıtlar

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
5. Ülkemiz kimya sektörünün ihtiyaç duyduğu ara kimyasalların üretim proseslerinin yeşil ve sürdürülebilir yaklaşımlarla iyileştirilmesi	5.1. Esterleşme proseslerinin minimum enerji ile ve sürdürülebilir hammaddeler kullanılarak gerçekleştirilmesi	5.1.a. Yeşil katalizörler (homojen, heterojen ve biyokatalizör) geliştirilmesi	5-9	2-4	2030
		5.1.b. Esterleşme prosesinde doğa dostu hammaddelerin kullanılmasına yönelik çalışmalar	7-9	4-7	2030
		5.1.c. Ester üretiminde daha verimli ve yeşil ayırma ve saflaştırma proseslerinin geliştirilmesi	6-9	2-4	2030
	5.2. Plastik sektörü için plastifiyan ve alev geciktirici üretimi	5.2.a. Doğa dostu olmayan plastifiyanlara) alternatif olarak çoklu alkollerin katı yağ asitleri ve/veya biyoteknolojik yöntemle elde edilen çoklu asitler ile oluşturdukları esterlerin ve ayrıca halojenli alev geciktiricilere alternatif olarak bazı esterlerin üretimi	5-9	1-4	2030
	5.3. Yeşil çözücülerin ve fermente asit tuzlarının üretimi	5.3.a. Organik asitlerden yeşil çözücülerin ve fermente asit tuzlarının üretimleri	5-9	3-5	2030
	5.4. Biyobazlı polioliol üretim süreçlerinin geliştirilmesi (poliüretan ve poliester üretimlerinde kullanılmak üzere)	5.4.a. Poliüretan, polieter ve poliester üretimlerinde terebentin, bitkisel yağ, selülöz, lignin, şeker ve nişasta gibi biyobazlı hammaddelerin kullanılması	7-9	2-4	Biyobazlı polioliol üretimi, 2026 Petrokimya bazlı hammaddelere alternatif diol ve diasit üretimi; 2030-2035
	5.5. Karbon kaynağı olarak karbondioksitin yeşil kimyasalların üretiminde kullanılması	5.5.a. Poliüretan/poliüre üretiminde isosiyanatlar yerine kullanılacak yeşil kimyasalların (örn halkasal karbonat (cyclic carbonate) üretimi	5-9	2-4	2030-2035
		5.5.b. Polikarbonat ve polieter poliollerin üretiminde karbon kaynağı olarak karbondioksit kullanımı	4-9	1-3	2030-2035
5.6. Karbon kaynağı olarak karbondioksit ve yeşil hidrojenin kullanılması ile sentetik yakıt üretimi	5.6.a. Karbondioksit ve yeşil hidrojen ile dimetileter (DME) üretimi	4-6	3-4	2030	

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar	
6. Sudan (Water splitting) alternatif enerji kaynakları kullanarak yeşil hidrojen üretimine imkan tanıyacak teknolojilerin geliştirilmesi	6.1. Elektroliz proseslerinin iyileştirilmesiyle yeşil hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesi	6.1.a. Elektroliz proseslerinde gerekli olan elektrot/elektrokatalizör ve elektrolit geliştirilmesi	6-9	3-6	2026-2030	
		6.1.b. Elektrokimyasal yöntemle deniz suyundan desalinasyonla ve yenilenebilir elektrik enerjisi kullanımı ile verimli saf hidrojen eldesine yönelik teknoloji geliştirilmesi	4-8	3-5	2026-2030	
		6.1.c. Yeşil hidrojen üretimi için elektrolizör tasarımı, üretimi ve elektroliz proseslerinin iyileştirilmesi (Alkalın, PEM vb.)	6-9	3-5	2026-2030	
	6.2. Fotokatalitik proseslerinin iyileştirilmesiyle yeşil hidrojen üretim teknolojilerinin geliştirilmesi	6.2.a. Fotokatalitik hidrojen üretimde gerekli olan reaktör ve proseslerin geliştirilmesi	3-6	2-5	2026-2030	
		6.3. Yeşil hidrojen depolama teknolojilerinin geliştirilmesi	6.3.a. Fiziksel hidrojen depolama sistemlerinin geliştirilmesi	4-8	2-4	2026-2030
			6.3.b. Kompleks metal hidrürler ve diğer ileri hidrojen depolama malzemelerin (Borofen, Borofulleren, Amonyaboran, Lityum amonyaboran, Metal borhidrürler, Lityum ve sodyum alanatlar vb.) ve proseslerin geliştirilmesi	4-8	2-5	2026-2030
	6.3.c. Yeşil hidrojen kullanımında amonyak depolama ve amonyak kriting sistemlerinin geliştirilmesi		4-8	2-4	2026-2030	

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
7. Kimyasallar üretiminde kullanılan ayırma malzemelerinin ve proseslerinin daha çevre dostu hale getirilmesi	7.1. Membran üretimi ve kullanımına yönelik teknolojiler	7.1.a. Alternatif hammaddelerle sürdürülebilir membran proseslerinin tasarlanması	Yeni nesil alternatif maddelerle membran üretimi için THS:7-9 Daha önce denenmemiş hammddeler ile ilgili proses geliştirme ve sürdürülebilirlik çalışmaları için THS: 3-5	3-5	2026-2030
		7.1.b. Kimyasalların üretiminde çeşitli proseslerde deniz suyu kullanımına yönelik desalinasyon membranlarının geliştirilmesi ve üretilmesi	Desalinasyon membranların geliştirilmesi için THS:7-9 Proses geliştirilmesinde alternatif enerji kaynaklarının ve atık ısının değerlendirilmesi için THS: 5-7 Yeniden kullanılabilir/geri dönüştürülebilir özellikler ve daha önceden çalışılmamış alternatif yeşil malzemelerin kullanımı için THS: 2-4	3-5	2026-2030
		7.1.c. Solventlerin 3R (Reduce, Reuse, Recycle) prensibine göre kullanımı ve/veya alternatif yeşil solventlerin kullanımına yönelik membran proseslerinin geliştirilmesi	Yeşil kimyasalların ve sentez yöntemlerinin membran üretmede kullanımı için THS: 7-9 Yeşil sentez ve yaşam döngüsü değerlendirme metodolojisinin üretimde uygulanması için THS: 4-6	3-4	2026-2030
		7.1.d. Baca gazından ve biyogazdan karbondioksit ayıran membranların geliştirilmesi	Verimi yüksek, enerji ihtiyacı düşük, sıvı atığı az membranlar üretimi için THS: 5-6	2-3	2026-2030-2035
		7.1.e. Seramik membranların geliştirilmesi	7-9	Tek kanallı ve çok kanallı borsal seramik membran üretimi için THS: 2-4 MF, UF, Fine UF düzeyinde ayırma yapabilen tek kanallı borsal seramik membranların üretimi için THS: 4-5	2026-2030-2035

Kimyasallar Sektörü – Yeşil Kimyada İleri Ayırma Teknolojileri -Membranlar ve Adsorbanlar - 2



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
7. Kimyasallar üretiminde kullanılan ayırma malzemelerinin ve proseslerinin daha çevre dostu hale getirilmesi	7.2. Yeni adsorban/adsorbent üretimi ve kullanımına yönelik teknolojiler	7.2.a. Sentez gazının ileri saflaştırılmasında kullanılacak biyobazlı adsorbentlerin geliştirilmesi ve üretimi	Atıklardan ve güncel alternatif hammaddelerden yeni adsorbanların geliştirilmesi ve adsorbana özgü adsorpsiyon sistemlerinin tasarımı için THS: 2-4 Konvansiyonel adsorpsiyon prosesleri için THS: 7-9 MOF gibi nispeten yeni adsorbanların üretimleri ve denemeleri için THS: 6-7	Atıklardan ve güncel alternatif hammaddelerden yeni adsorbanların geliştirilmesi ve adsorbana özgü adsorpsiyon sistemlerinin tasarımı için THS: 2-4 Konvansiyonel adsorpsiyon prosesleri için THS: 7-9 MOF gibi nispeten yeni adsorbanların üretimleri ve denemeleri için THS: 4-5	2026-2030-2035
		7.2.b. Suların ileri arıtılmasında kullanılacak biyobazlı karbon adsorbentlerin geliştirilmesi ve üretimi	Yeni Adsorban Geliştirme Çevre dostu seçici adsorban uygulamaları için THS: 2-5 Reçine tabanlı büyük ölçekli uygulamalar için THS: 6-9 Kullanılmış Adsorbanların Yönetimi için THS:3-6 Adsorpsiyon Proses Geliştirme için THS:4-7	Yeni Adsorban Geliştirme Çevre dostu seçici adsorban uygulamaları için THS: 2-5 Reçine tabanlı büyük ölçekli uygulamalar için THS: 6-9 Kullanılmış Adsorbanların Yönetimi için THS:2-4 Adsorpsiyon Proses Geliştirme için THS:3-5	2026-2030-2035
		7.2.c. Yakma tesislerinde zararlı gazların tutulmasına yönelik biyobazlı karbon adsorbentlerin geliştirilmesi ve üretimi	Endüstriyel ölçekte yanma sonrası gaz adsorpsiyonunda THS:7-9 TSA ile atık gaz arıtımında THS: 4-9	Endüstriyel ölçekte yanma sonrası gaz adsorpsiyonunda THS:1-4 TSA ile atık gaz arıtımında THS: 1-4.	2026-2030-2035

Kimyasallar Sektörü – Kauçuk Sektöründe Kullanılabilecek Yeni veya Geri Dönüştürülmüş Alternatif Maddeler



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
8. Kauçuk sektöründe Pirolitik/geri dönüşüm yaklaşımlarının, karbon karası üretiminin ve karbon karası yerine daha yeşil alternatif ürünlerin geliştirilmesi	8.1. Kauçuk sektöründe yenilikçi geridönüşüm proseslerinin geliştirilmesi	8.1.a. Kauçuk esaslı sanayi atıklarından, ömrünü tamamlamış lastiklerden (ÖTL) devulkanizasyon yöntemiyle kauçuk hamurunun geri kazanımı	7-9	3-4	2026
		8.1.b. Ömrünü tamamlamış lastiklerden (ÖTL) ve alternatif kaynaklardan karbon karası üretim proseslerinin geliştirilmesiyle elde edilen karbon karasının kauçuk hamurlarında, standart karbon karasına eşdeğer performans sağlayacak şekilde kullanımının sağlanması	6-9	3-4	2026
	8.2. Doğal kauçuk ve karbon siyahı yerine kullanılabilecek daha çevre dostu alternatif ürünlerin geliştirilmesi	8.2.a. Taraxacum kok-saghyz (TKS) kökünden ham kauçuk izolasyonu yönteminin geliştirilmesi	2-4	Faaliyette bulunulmamaktadır.	2026
		8.2.b. Kauçuk esaslı ürünlerin bileşiminde dolgu dışı amaçla kullanılan, sentetik kökenli fonksiyonel katkı maddelerinin (stabilizörler, reçineler, vulkanizasyon sistemi bileşenleri gibi) doğal kökenli, sadece fiziksel veya basit kimyasal modifikasyonlarla kullanılabilecek forma dönüştürülebilen alternatifleriyle değiştirilmesine yönelik çalışmalar	7-9	3-4	2030-2035

Kimyasallar Sektörü – Yerli Kaynaklardan ve Atıklardan Kritik Hammaddelerin Üretimi

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
9. Yarı iletken-nadir toprak elementleri gibi kritik hammaddelerin üretimi ve geri kazanımı/geri dönüşümü/ileri dönüşümü teknolojilerinin geliştirilmesi	9.1. Yerli Kaynaklardan ve atıklardan geri kazanım teknolojilerinin geliştirilmesi	9.1.a. Güneş pillerinde ve yarın iletkenlerin kullanıldığı sektörlerde kullanılmak üzere silisyum dioksitten ve atık biyokütleden (pirinç kabuğu, mısır koçanı vb.) yüksek saflıkta silisyum (silikon) ve silika üretim proseslerinin geliştirilmesi ve uygulanması.	1-4	1-4	2026-2030
		9.1.b. Atık güneş panellerinden, lityum iyon pillerden, elektronik çiplerden saf kimyasalların (silisyum, lityum, gümüş, bakır, kalay vb.) geri kazanım proseslerinin geliştirilmesi ve uygulanması.	6-9	3-4	2026-2030
		9.1.c. Bor üretimi sırasında çıkan killerden ve sıvı atıklardan elektrik bataryalarında ve hidrojen depolama sistemlerinde kullanılmak üzere yüksek saflıkta lityum bileşiklerinin (lityum karbonat, lityum hidroksit) eldesine yönelik proseslerin geliştirilmesi ve uygulanması	6-9	4-7	1. Sıvı atıklardan lityum geri kazanımı proses iyileştirme Ar-Ge süresi: 2026 2. Katı atıklardan lityum geri kazanımı proses geliştirme Ar-Ge süresi: 2030 3. Lityum karbonattan lityum hidroksit üretimi Ar-Ge süresi: 2026
		9.1.d. Atık sulardan ve atıklardan fosfat gibi fosforlu bileşiklerinin geri kazanımı, kullanılabilir hammaddeye dönüşüm teknolojileri	3-5	1-3	2030

1.1. Atıkların toplanması, atıkların tasnifi, kaynağında ayrıştırılması (Kompostlanabilen ve Kompostlanamayan vb.)

1.2. Plastik sektörü atıklarının mekanik geri dönüşümlerine yönelik proseslerin ve teknolojilerin geliştirilmesi, pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi

1.3. Plastik sektörü atıklarının kimyasal ve biyolojik geri dönüşümlerine yönelik proseslerin ve teknolojilerin geliştirilmesi, pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi

1.4. Kapalı devre geri dönüşüm sistemlerinin oluşturulması (bottle-to- bottle)- Kapalı çevrim-depozit işlemleri

1.5. Geridönüşüm ürün ve malzemelere yönelik izlenebilirlik teknolojileri

1. Geri Dönüşüm



2.1. Plastik sektöründe kullanılan proseslerde (Enjeksiyon, Ekstrüzyon, Şişirme, Rotasyon, Termoform gibi) enerji kullanımına yönelik yeşil ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesi, üretime entegre edilmesi

2. Plastik Üretim Proseslerinde Enerji Verimliliği



3.1. Polimer işleme makinalarının verimliliğinin artırılmasına yönelik yenilikçi tasarımlar, teknolojiler ve uygulamalar

3. Plastik Sektöründe Kullanılan Polimer İşleme Makinalarının Verimliliği



4.1. Biyobazlı malzemelerin üretiminde yenilikçi ve yeşil teknolojiler

4.2. Biyobazlı malzeme üretim süreçlerinde gıda dışı kaynakların kullanımına ve enerji verimliliğine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi

4.3. Biyobazlı malzemelerin geri kazanımına yönelik teknolojik çözümlerin geliştirilmesi

4. Biyobazlı (biobased) Malzemeler



Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Geri Dönüşüm	1.1. Atıkların toplanması, atıkların tasnifi, kaynağında ayrıştırılması (Kompostlanabilen ve Kompostlanamayan vb.)	1.1.a. Hammadde tasnif sürecinin iyileştirilmesi amacıyla hassas detektörler ve seperatörler ile ilgili araştırmalar yapılması	7-9	3-4	2026-2030
		1.1.b. Atıkların kirlenmeden toplanması ve sevkiyatına yönelik yeni sistemlerin geliştirilmesi, ; Geri dönüştürülen atıkların izlenmesine yönelik sistemlerinin geliştirilmesi	3-9	3-8	2026-2030-2035
		1.1.c. Dekontaminasyon sistemlerinin geliştirilmesi	6-9	3	2026-2030
		1.1.d. Depozito yönetim sistemine destek sağlayacak teknolojilerin (otomatik depozito iade ve ayrıştırma makineleri vs.) geliştirilmesi	6-9	5-6	2026-2030
		1.1.e. Atıkların sucul ekosistemlere karışmasını engelleyici ve sucul ekosistemlere karışmış olan atıkların toplanmasına yönelik sistemlerin geliştirilmesi	3-9	3-5	2026

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Geri Dönüşüm	1.2. Plastik sektörü atıklarının mekanik geri dönüşümlerine yönelik proseslerin ve teknolojilerin geliştirilmesi, pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi	1.2.a. Plastik sektöründe mekanik geri dönüşümlerde kullanılacak uyumlaştırıcıların ve diğer katkıların geliştirilmesi	8-9	3-4	2026
		1.2.b. Plastik sektöründe mekanik geri dönüşümlerde kullanılacak proses tasarımlarının geliştirilmesi	6-9	5-6	2026-2030-2035
		1.2.c. Tek kullanımlık plastik ambalajların tasarımlarını tek bir malzeme türüne çevirecek malzeme ve tasarım alternatiflerinin araştırılması.	Dünyada tek kullanımlı plastiklerin tek bir malzemedan üretilmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.	Türkiye' de tek kullanımlı plastiklerin tek bir malzemedan üretilmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır.	2026-2030-2035

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
1. Geri Dönüşüm	1.3. Plastik sektörü atıklarının kimyasal ve biyolojik geri dönüşümlerine yönelik proseslerin ve teknolojilerin geliştirilmesi, pilot uygulamaların gerçekleştirilmesi	1.3.a Gazlaştırma ve piroliz teknolojilerinin geliştirilmesi	6-9	4-7	2026
		1.3.b. Çözücü esaslı saflaştırma teknolojilerinin, Biyoesaslı çözücülerin, İyonik çözücülerin ;Süperkritik çözücülerin geliştirilmesi	6-9	4-7	2026-2030
		1.3.c. Hidrotermal proseslerin geliştirilmesi	6-9	3	2026-2030
		1.3.d Depolimerizasyon teknolojilerinin geliştirilmesi	6-9	4-7	2026-2030
		1.3.e Enzimatik geri kazanım	3-5 9 (polyester geridönüşümü konusunda)	1-3	2030-2035
	1.4. Kapalı devre geri dönüşüm sistemlerinin oluşturulması (bottle-to-bottle)- Kapalı çevrim-depozit işlemleri	1.4.a Orijinal plastikle aynı amaç için kullanılan bir ürün elde etmek için plastiğin geri dönüşümü	4	1	2035
	1.5. Geridönüşüm ürün ve malzemelere yönelik izlenebilirlik teknolojileri	1.5.a Geridönüşüm ürün ve malzemelerinin izlenebilir (marker ile) olması	9	3	2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
2. Plastik Üretim Proseslerinde Enerji Verimliliği	2.1. Plastik sektöründe kullanılan proseslerde (Enjeksiyon, Ekstrüzyon, Şişirme, Rotasyon, Termoform gibi) enerji kullanımına yönelik yeşil ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesi, üretime entegre edilmesi	2.1.a. Hammadde kurutma sürecinde enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	8	1-2	2026-2030
		2.1.b Hammadde ısıtma ve soğutma sürecinde enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	8	1-2	2026-2030

Plastik Sektörü - Plastik Sektöründe Kullanılan Polimer İşleme Makinalarının Verimliliği

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
3. Plastik Sektöründe Kullanılan Polimer İşleme Makinalarının Verimliliği	3.1. Plastik Sektöründe kullanılan Polimer işleme makinalarının verimliliğinin artırılmasına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi	3.1.a. Plastik enjeksiyon (Injection moulding) makinalarının verimliliğinin artırılmasına yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi	7-9	3-6 Eklemeli imalat THS: 3-5	2026-2030
		3.1.b. Ekstrüzyon prosesinin verimliliğinin artırılmasına yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi	7-9	3-6	2026-2030
		3.1.c. Şişirme prosesinin verimliliğinin artırılmasına yönelik yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi	7-9	3-6	2026-2030
		3.1.d. Plastik Sektöründe kullanılan diğer Polimer işleme makinalarının (Rotasyon prosesinin, Termoform makinalarının, Basınçlı Kalıplama makinalarının) verimliliğinin artırılmasına yönelik teknolojilerin ve uygulamaların geliştirilmesi	7-9	3-6	2026-2030

Hedef	Kritik Ürün/Teknoloji	Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Konusu	Dünyadaki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Türkiye'deki Teknolojik Hazırlık Seviyesi	Zaman Tahminleri Kısa Vade: 2026'a kadar Orta Vade: 2030'a kadar Uzun Vade: 2035'e kadar
4. Biyobazlı (biobased) malzemeler	4.1. Biyobazlı malzemelerin üretiminde yenilikçi ve yeşil teknolojiler	4.1.a. Mikroorganizma temelli biyobazlı (PHA, PHB vb) malzeme üretimi	9	3-4	2026
		4.1.b. Laktik asitten laktide üretim prosesinin geliştirilmesi	9	1-3	2026
		4.1.c. Biyo temelli malzemelerin dolgu maddesi olarak kullanımına yönelik süreçlerin ve teknolojilerin geliştirilmesi	8-9	6-8	2026-2030
		4.1.d. Nem duyarlılığı daha az biyobazlı plastiklerin geliştirilmesi ve üretilmesi (hidrofobik özellikte)	2-4	1	2026-2030
	4.2. Biyobazlı malzeme üretim süreçlerinde gıda dışı kaynakların kullanımına ve enerji verimliliğine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	4.2.a. Biyobazlı malzeme işlemeye elverişli kalıp tasarımı ve termal düzenlemeler	9	8	2026-2030
		4.3. Biyo esaslı malzemelerin geri kazanımına yönelik teknolojik çözümlerin geliştirilmesi	4.3.a. Biyobazlı malzeme toplanması (Biyo bazlı, biyolojik olarak parçalanabilen ve fosil bazlı) ayrıştırılması, geri dönüştürülmesi, kompostlanması süreçlerinin iyileştirilmesi	3	1
	4.3.b. Biyobazlı malzeme için geleneksel plastiklerden ayrı geri dönüşüm akışlarının geliştirilmesi		4	1	2030-2035
	4.3.c. Uluslararası standartlarla uyumlu "Endüstriyel Kompostlama Tesisleri"nin geliştirilmesi, yaygınlaştırılması amacıyla pilot gösterimlerin yapılması		7	3-5	2030

İleri Malzeme TYH*'de
Yeşil Büyüme
Hizmet Eden Konular

Motor TYH*'de Yeşil
Büyüme Hizmet
Eden Konular

*TYH: Teknoloji Yol Haritası

Tüm TYH çalışmalarına <https://www.tubitak.gov.tr/tr/kurumsal/politikalar/icerik-ocelikli-ve-kilit-teknolojilerde-btypk-bunyesinde-hazirlanan-teknoloji-yol-haritalari> bağlantısından ulaşabilirsiniz.

Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik malzemeler

Batarya teknolojilerine yönelik malzemeler

Enerji verimliliğine yönelik yenilikçi malzeme ve yüzey uygulamaları

Konvansiyonel enerji teknolojilerine yönelik malzemeler

Hidrojen enerji sistemleri ve yakıt pillerine (Yakıt Hücrelerine) yönelik malzemeler

Organik ve/veya inorganik içerikli faz değiştiren malzemeler

Nükleer enerji teknolojilerine yönelik malzemeler

Ulaştırma sektörüne (Kara ve deniz taşıtları) yönelik daha hafif ve daha dayanıklı taşıt uygulamaları

Tüketici ürünlerine (beyaz eşya vb.) yönelik termal yönetim malzeme uygulamaları

Ulaştırma Sektörüne Yönelik Fonksiyon Kazandırılmış Malzeme, Yüzey ve Kaplama Uygulamaları

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Enerji üretimine ve depolamaya yönelik yenilikçi malzemeler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Yenilenebilir enerji teknolojilerine yönelik malzemeler» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Enerji Üretim ve Depolama Malzemeleri	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	5-9	<ul style="list-style-type: none"> Güneş enerjisinde kullanılan kritik bileşenlerin geliştirilmesi <p>Kristalli silisyuma dayalı güneş hücreleri (gözetleri) ve panelleri (modülleri) Laboratuvar ölçeğinde 2025 ve 2030 için hedeflenen stabil olmuş verimliliklerin;</p> <ul style="list-style-type: none"> Çok kristalli p-tipi silisyum üzerinde PERC(pasive edilmiş emiter ve arka kontak) hücrelerde: %21 ve %22 Tek kristalli p-tipi silisyum PERC hücrelerde: %23 ve %24 Tek kristalli n-tipi hücrelerde: %24 ve %25 Tandem (silisyum+perovkite): %27 ve %29 olması <p>Fotovoltaik hücre boyutlarının M12(201mm x210mm) yönelik ve tek yüzlü ve çift yüzlü tam ya da yarım hücre olarak çalışılması</p> <p>Kristalli silisyuma dayalı modül (panel) çalışmalarında:</p> <ul style="list-style-type: none"> Modüllerin 2025 de 72 tam yada 144 yarım 2030 da 78 tam yada 156 yarım tek yüzlü yada iki yüzlü hücrelerle üretim teknolojilerinin geliştirilmesi Hücreden modüle verimlilik değişimi 2025 de %99 ve 2030 da %100 ulaşacak şekilde modül tasarımı, cam ve antirefekte geliştirme çalışmaları yapılması Modül tasarımlarının metre kara başına güç hedeflerinin 2025 de 210-2015 W/m² ve 2030 da 2020-2025 olması Modül garantilerinin ilk yıl kayıpları için garantiler %2 nin altına ürün garantisi 15 yılın üstüne ve performans garantisi 25 yılın üzerine çıkarılacak çalışmalar yapılması 	<p>İnce film güneş hücreleri ve modülleri Pazar payı küçük olmasına karşın gelecek potansiyeli nedeniyle ince film güneş pillerinde yapılacak çalışmalar ve 2025 hedefleri</p> <p>İnorganik ince film güneş hücreleri ve modülleri n kararlı verimlilikleri :</p> <ul style="list-style-type: none"> Kadmiyum tellür(CdTe): %25 ve % 21 Bakır İndiyum (Gakyum) di -selenid (CIGS) Copper Indium : %23 ve %19 Perovskites (hybrid organik , inorganik kurşun yada halide tabanlı) : %23 ve %18 Amorf silisyum ve mikromorfus silisyum tandem : %13 Organik güneş hücreleri:OPV <p>Yarı saydam (opak) organik güneş hücreleri :</p> <ul style="list-style-type: none"> Optik geçirgenlik : 20% verimlilik : %15 <p>Saydam güneş hücreleri.:</p> <ul style="list-style-type: none"> Optik geçirgenlik : 60 % verimlilik : %10 <ul style="list-style-type: none"> Rüzgar enerjisine yönelik yenilikçi malzemelerin geliştirilmesi Jeotermal enerji dönüşümlerine yönelik yenilikçi malzemelerin geliştirilmesi Biyogaz enerjisine yönelik yenilikçi malzemelerin geliştirilmesi Hidrojen ve Biyohidrojen üretimi
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Özel firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri bir araya gelmelidir.			
Yenilenebilir Enerji Teknolojilerine Yönelik Malzemeler	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Kimya Mühendisliği, Fizik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Maden Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Nükleer Enerji Mühendisliği Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Enerji Mühendisliği, Kimya, Fizik			
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl		

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Üretim ve Depolama Malzemeleri		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Batarya Teknolojilerine Yönelik Malzemeler	
Enerji üretimine ve depolamaya yönelik yenilikçi malzemeler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak « Batarya teknolojilerine yönelik malzemeler » geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		4-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Özel firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri	
		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler					
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl			

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

1. Ham maddeler

2. Yarı mamuller

- Separatörler: Türkiye'nin tekstil endüstrisindeki birikimi de göz önünde bulundurularak başta üretim hacmi yüksek bataryalar için olmak üzere farklı tür, çeşit ve kalınlıklarda separatör üretimi,
- Akım toplayıcı folyolar: Alüminyum, bakır gibi ülkemizde üretimi olan bu ve benzeri malzemelerin batarya kalitesinde ve ihtiyaç duyulan kalınlıklarda, folyo formunda üretilmesi,
- Elektrolit malzemeleri: Başta Li-iyon ve Na-iyon bataryalar için olmak üzere yüksek voltajlarda çalışabilecek uygun elektrolitlerin geliştirilmesi,
- Karbon kumaş: Ülkemizde karbon elyafların üretildiği de dikkate alınarak özellikle metal-hava bataryalarına yönelik karbon kumaş üretimi,
- Pil paketleme malzemeleri geliştirilmesi

3. Mamuller

- Li-iyon bataryalar (hücre seviyesinde gravimetrik enerji yoğunluğu 350-400 Wh/kg ve hacimsel enerji yoğunluğu 750-1000 Wh/l; güç yoğunluğu 700 W/kg ve >1500 W/l; yüksek voltaj uygulamaları için çalışma voltajı >4,7V; yüksek kapasite uygulamaları için >3000 derin döngüye dayanan, yüksek voltaj uygulamaları için >2000 derin döngüye dayanan; katı halde 3000 döngüye dayanan, otomotiv için 3-5C şarj hızında, havacılık için 10 C şarj hızında çalışabilen),
- Li-iyon batarya teknolojilerine göre daha yüksek teknik özelliklere sahip olabilme potansiyeline sahip bataryalar (silisyum ve metal oksit anot, Li-S, Zn-hava bataryalar vb.)
- Na-iyon bataryalar,
- Geniş sıcaklık aralığında (-40 °C ile 70 °C arası), katı halde, >20 Wh/kg enerji yoğunluğunda, en az 10000 çevrim çalışabilen
- Düşük maliyetli alkalın bataryalar,
- Düşük maliyetli akış bataryalar,
- 1 MW mertebesinde enerji depolama birimlerinin geliştirilmesi

İleri Malzeme Teknolojileri - Enerji Sektörü – Enerji Verimliliği – Malzeme ve Yüzey Uygulamaları



Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Verimliliğine Yönelik Malzeme Uygulamaları		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Enerji Verimliliğine Yönelik Yenilikçi Malzeme ve Yüzey Uygulamaları	
Enerji verimliliğine yönelik malzeme uygulamaları hedefine yönelik olarak «Enerji verimliliğine yönelik yenilikçi malzeme ve yüzey uygulamaları» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		4-9		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar <ul style="list-style-type: none">• Ulaştırma sektöründe enerji verimliliğine yönelik malzemelerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları• Konut ve binalarda ısıtma ve soğutma, aydınlatma ihtiyacını optimize edecek ileri malzemelerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları• Sürdürülebilir, çevre dostu yalıtım malzemelerinin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları• Sanayide enerji verimliliğine yönelik malzemelerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları• Elektrik taşınmasına yönelik maliyet etkin malzemelerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları• Mekanik sistemlerde enerji kaybını azaltacak malzemelerin ve yüzeylerin geliştirilmesi ve uygulamaları	
		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		Büyük Ölçekli Firmalar, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler ve Kamu Araştırma Merkezleri, Uluslararası İş Birlikleri			
Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl					

Bu konu, **İleri Malzeme Teknoloji Yol Haritası** temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Üretim ve Depolama Malzemeleri		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Konvansiyonel Enerji Teknolojilerine Yönelik Malzemeler	
Enerji üretimine ve depolamaya yönelik yenilikçi malzemeler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Konvansiyonel enerji teknolojilerine yönelik malzemeler» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		4-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Özel firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri	
		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler					
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl			

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

- Manyetik malzemelerin geliştirilmesi
 - Elektrik motorlarında veya jeneratörlerde kullanılacak kalıcı mıknatıs alaşımlarının geliştirilmesi
 - Nadir toprak element içermeyen (Al, Ni, Co) yeni mıknatıs geliştirilmesi ve bunların zorlayıcı manyetik alanları (coersive field) nadir toprak element içeren (Nd, Fe, B) mıknatısların en az %75-80 mertebesinde olması
 - Halen mevcut mıknatıslarda kullanılan nadir toprak element miktarı %50-60 oranında azaltılarak, mıknatıslanma özellikleri itibariyle mevcut mıknatısların özelliklerine yakın (%90-95) parametrelerde mıknatısların geliştirilmesi
 - Nadir toprak elementler kullanılarak, daha güçlü mıknatıs geliştirilmesi
 - Nadir toprak elementlerinden elde edilen mıknatısların geri dönüşümü
 - Neodyum gibi kaynağı sınırlı ve temini güç element ve malzemeler yerine daha yaygın ve ucuz malzemeler ile mıknatısların geliştirilmesi önem arz etmektedir.
- Yüksek sıcaklıkta kullanılan yapısal malzemelerin (süperalaşımlar, Hastalloy, HT9 vb.) geliştirilmesi
 - Özel alaşım boru malzemeleri
 - Dikişsiz boru imalatı
- Yüksek sıcaklıkta kullanılan seramik matris kompozit malzemelerin geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Üretim ve Depolama Malzemeleri		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Hidrojen Enerji Sistemleri ve Yakıt Pillerine (Yakıt Hücrelerine) Yönelik Malzemeler	
Enerji üretimine ve depolamaya yönelik yenilikçi malzemeler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak « Hidrojen enerji sistemleri ve yakıt pillerine (Yakıt Hücrelerine) yönelik malzemeler » geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		5-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	
						Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Özel firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri	
						Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler	
						Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Kimya Mühendisliği, Fizik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Maden Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Nükleer Enerji Mühendisliği Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Enerji Mühendisliği, Kimya, Fizik	
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl			
				Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar			
				<ul style="list-style-type: none">• Hidrojen üretimi, depolanması, taşınması ve kullanımı için malzeme geliştirilmesi• Yerli üretilecek Katı Oksit Yakıt Pili teknolojileri için yüksek performanslı ve dayanımlı seramik esaslı elektrolit ve elektrotların geliştirilmesi• Yerli üretilecek düşük ve yüksek sıcaklık hidrojen PEM yakıt hücreleri için membran elektrot birleşimi malzemelerinin üretimi ve imalat teknolojisinin geliştirilmesi, bipolar plaka üretimi,• PEM hidrojen yakıt hücreleri için ileri katalitik malzemelerin geliştirilmesi,• Yüksek performans ve dayanımlı, proton geçirgen polimer ve kompozit membranların geliştirilmesi ve üretilmesi,• PEM yakıt pilli araçlarda kullanılacak, batarya hibrit sistemli elektrikli motorların geliştirilmesi			

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Üretim ve Depolama Malzemeleri		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Organik ve/veya İnorganik İçerikli Faz Değişiren Malzemeler	
Enerji üretimine ve depolamaya yönelik yenilikçi malzemeler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Organik ve/veya inorganik içerikli faz değişiren malzemeler» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		6-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	
				Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Özel firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri			
		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler		Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Kimya Mühendisliği, Fizik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Maden Mühendisliği, Jeoloji Mühendisliği, Nükleer Enerji Mühendisliği Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Enerji Mühendisliği, Kimya, Fizik			
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl			

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

Yenilenebilir enerjiden yararlanmak ve enerji verimliliğini artırmak amacıyla organik ve inorganik maddelerin ısıtma, soğutma ve sıcaklık kontrolünde termal enerji depolama sistemlerinde Faz değişiren malzeme (FDM) olarak kullanılmasına yönelik aşağıdaki uygulamaların geliştirilmesi:

- Bina ısıtma – soğutma sistemleri
- Bina yapı malzemeleri ve elemanları
- Beyaz eşyaların verimliliğinin artırılması
- Bataryaların ısı korunması
- Sanayide güneş enerjisi ve atık ısıdan yararlanma
- Sıcaklığa duyarlı malzemelerin taşınması
- Güneş enerjisi termik güç santralleri (Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi güç santralleri)
- Fotovoltaik güneş pilleri (PV-T)
- Motorlu taşıtlarda enerji verimliliğinin artırılmasında

Projelerde kritik öneme sahip FDM'ler uygulama sıcaklıklarına göre gruplandırılarak çalışılabilir:

- -30 C – + 10 C
- +10 C – +90 C
- >90 C

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Üretim ve Depolama Malzemeleri		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Nükleer Enerji Teknolojilerine Yönelik Malzemeler	
Enerji üretimine ve depolamaya yönelik yenilikçi malzemeler ve üretim süreçlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak « Nükleer enerji teknolojilerine yönelik malzemeler » geliştirilmesi amacıyla Temel/Uygulamalı Araştırma; Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		3-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Özel firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri	
		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler					
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		5 Yıl			

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

- Kurşuna alternatif koruyucu radyasyon zırh malzemelerinin geliştirilmesi
- Nükleer teknolojide kullanılan malzemelerin (nötron absorblayıcı çelikler, süperalaşımlar, paslanmaz çelikler vb.) üretilmesi ve geliştirilmesi
- Nötron absorblayıcı kontrol malzemeleri ve/veya kaplamaların geliştirilmesi
- Özel çelik ve süperalaşımlar üretim ve ısıl işlemi için vakuma dayalı süreçlerinin geliştirilmesi
- Nükleer atık depolama ünitelerinde modifiye edilmiş silika aerjel kullanımının yerli ve milli imkanlarla geliştirilmesi

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Ulaştırma sektörüne yönelik malzeme uygulamaları hedefine yönelik olarak «Ulaştırma sektörüne (Kara ve deniz taşıtları) yönelik daha hafif ve daha dayanıklı taşıt uygulamaları» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Ulaştırma Sektörüne Yönelik Malzeme Uygulamaları	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	4-9	<ul style="list-style-type: none"> Araç komponentlerinin üretimine ve yapısal uygulamalara (otomotiv dış parçaları, tren kabinleri, deniz platformları vb.) yönelik hafif, yüksek mukavemetli, darbe sönmüleyici özellikte polimer/metal matrisli kompozitlerin, sandviç yapıların, nanokompozitlerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları Cam elyaf bazlı nano katkılı kompozit malzemelerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları Hafif ve sürdürülebilir/geri dönüştürülebilir biyo esaslı doğal elyaf/matris içeren otomotiv parçaları üretilmesi ve uygulamaları Yenilenebilir kaynaklardan üretilebilecek polimer kompozit malzemeler geliştirilmesi ve uygulamaları Özellikle otomotiv ve benzeri taşıtlarda metal ikame polimer teknolojisi hafiflik ve enerji verimliliği açısından büyük katkı sağlayan ve ısıya, yağa ve çözücülere dayanıklı dinamik çalışma özelliklerine sahip polimerin ve katkı maddelerinin (mineral, pigment, cam-carbon fiber, nanokatki, polimer bazlı katkı) geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları Hafifletilmiş, akustik performansı geliştirilmiş elektrikli araçlarda kullanılacak termoset malzemelerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları Ağırlık, mekanik özellikler ve korozyon direnci olarak üst seviyede olan alüminyum alaşımları ve düşük ağırlıklı ve yüksek mukavemetli alüminyum döküm malzemelerinin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları Yeni nesil ileri çelikler (TWIP, TRIP, Q&P, süper-beynit vb.), yüksek teknoloji malzemeleri (maragin çelikleri, paslanmaz çelikler, çift fazlı çelikler, titanyum alaşımları vs.) beynitik ray çelikleri, östemperleme ve ADI döküm / ısıtma işlem teknolojileri, yeni nesil dökme demir alaşımları, östemperlenmiş sünek dökme demirlerin üretilmesi ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesi, uygulanması Otomobil gövdelerinde, tamponlarında ve benzeri yapılarda dayanımı yüksek alüminyum kompozit köpüklerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları Sertifikasyon gereksinimlerine uygun karbon kompozit parçaların yerli olarak üretilmesi (ithal ikamesinin yapılması) ve uygulanması
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler		
Ulaştırma Sektörüne (Kara ve Deniz Taşıtları) Yönelik Daha Hafif ve Daha Dayanıklı Taşıtlar Uygulamaları	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	

Bu konu, **İleri Malzeme Teknoloji Yol Haritası** temel alınarak hazırlanmıştır.

İleri Malzeme Teknolojileri – Enerji, Tüketici Elektronikleri Sektörleri – Enerji Verimliliği – Termal Yönetim Malzemeleri



Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Enerji Verimliliğine Yönelik Malzeme Uygulamaları		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Tüketici Ürünlerine (Beyaz Eşya Vb.) Yönelik Termal Yönetim Malzeme Uygulamaları	
Enerji verimliliğine yönelik malzeme uygulamaları hedefine yönelik olarak «Tüketici ürünlerine (beyaz eşya vb.) Yönelik termal yönetim malzeme uygulamaları» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		5-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler, Araştırma Merkezleri, Kamu Kurumları, STK'lar, Büyük Ölçekli Firmalar, Kamu Araştırma Merkezleri	
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl			
						Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
						<ul style="list-style-type: none">• Yüksek yalıtım performansına sahip vakum izolasyon panelleri(VİP) için sentetik veya biyo esaslı iç dolgu malzemeleri ve düşük gaz geçirgenlikli filmlerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları• Çok düşük ısı iletim katsayısına sahip arojellerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları	

Bu konu, **İleri Malzeme Teknoloji Yol Haritası** temel alınarak hazırlanmıştır.

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Ulaştırma sektörüne yönelik malzeme uygulamaları hedefine yönelik olarak «Ulaştırma sektörüne (Kara ve deniz taşıtları) yönelik daha hafif ve daha dayanıklı taşıt uygulamaları» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme; Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Ulaştırma Sektörüne Yönelik Malzeme Uygulamaları	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		5-9	<ul style="list-style-type: none">Hafif, enerji tasarrufu sağlayan, geri dönüşümü ve tekrar kullanılabilirliği olan, çarpışma/darbe sönümlenme özelliği yüksek, termal dayanımı yüksek, yapısal mukavemeti açısından muadillerinden geride kalmayan araç parça/bileşenlerinin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıAsgari sürtünme katsayılı nitelikli malzeme kullanımı ve geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıSürtünmeyi kontrol eden malzemeler, uzun ömürlü yeni kayganlaştırıcılar (lubricants) geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıYanmaz hamurlar, kendini onaran elastomerler, silikon elastomerler geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıOtomotiv ve raylı sistemler için ses ve titreşim izolasyonu sağlayan, şok absorblayıcı darbe emici kompozitlerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıBuzlanmayı önleyen yüzeylerin geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıMotor parçalarının üretiminde antikorozyon, aşınma dayanımı yüksek kaplamalar, elektriksel uygulamalarda elektromanyetik kalkanlama, cam kaplamalarda optik filtrelemeler, deniz araçlarında çevreye duyarlı antifouling kaplamaların geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıUmumi alanlarda kullanılan yüzeylere antiviral ve antibakteriyel kaplamaların geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamalarıOtomotiv ve deniz araçlarında tamir işlemlerinin azaltılmasına yönelik metal korunumu sağlayacak polimerik malzemelerin ve kaplamaların geliştirilmesi, üretilmesi ve uygulamaları	
	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları, KOBİ'ler, Teknopark Firmaları, Üniversiteler			
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler					
Ulaştırma Sektörüne Yönelik Fonksiyon Kazandırılmış Malzeme, Yüzey ve Kaplama Uygulamaları	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl		

Bu konu, **İleri Malzeme Teknoloji Yol Haritası** temel alınarak hazırlanmıştır.

Minimum IE4 seviyesine sahip elektrikli motor

Asenkron Makinalar ve Sürücüleri

Senkron Makinalar ve Sürücüleri

>50MW güç seviyelerinde senkron makinalar

Denizyolu ve demiryolu araçları için verimli elektrik motorları ve sürücüleri

Raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere asenkron makinalar ve sürücüleri

1-25MW güç seviyelerinde asenkron ve senkron makinaları ve sürücüleri

Makine imalat sektörüne yönelik fırçasız DC/AC motorlar ve sürücüler

Sivil amaçlı drone teknolojileri için dayanıklı fırçasız DC motorlar

Sürekli Mıknatıslı Motorlar (BLDC Motor dahil)

Sürekli mıknatıslı senkron ve asenkron alternatör

"e-drivetrain" sistemlerinin geliştirilmesi

Raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere sürekli mıknatıslı makinalar ve sürücüleri

Tüm dayanıklı tüketim ürünleri için elektrikli motorlar ve sürücüleri

Organik Rankine Çevrimli (ORC) türbin motoru

Servo Motor (konum kontrollü)

Spindle motorları ve sürücüleri

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
İşgücü ve Enerji Kayıplarını Önlemek için Verimli Elektrikli Motorlar	İş gücü ve enerji kayıplarının önlenmesi amacıyla minimum IE4 seviyesine sahip daha hafif ve daha uzun ömürlü, yüksek verimli elektrik motorlarının geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Minimum IE4 seviyesine sahip elektrikli motor» geliştirilmesi amacıyla Yenilik Projeleri desteklenecektir.		
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		7-9
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli KOBİ'ler, Üniversite, Araştırma Merkezleri ve Uluslararası paydaşların yer aldığı konsorsiyumlar		
			Minimum IE4 seviyesine sahip, 750W – 375kW güç aralıklarında yeni nesil motorların tasarlanması
Minimum IE4 seviyesine sahip elektrikli motor	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği. Malzeme Mühendisliği. Yazılım Mühendisliği Özellikle Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	
Yüksek verim sınıflarında, <350kW güç seviyelerinde alçak gerilimde <20bin devir/dk gibi yüksek hızlarda çalışan, yüksek güç yoğunluğu ve düşük maliyete sahip, elektrikli ticari kara taşıtlarında kullanılmak üzere asenkron ve/veya senkron (sürekli mıknatıslı, relüktans ve/veya hibrit) türü makinaların, makina sürücülerinin ve entegre çekiş sistemlerinin birlikte geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Asenkron Makinalar ve Sürücüler» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		4-9		Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı işbirlikleri		Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makina Mühendisliği, Kontrol Mühendisliği, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği		3 Yıl	
Elektrikli Kara Taşıtları Senkron/Asenkron Makinalar ve Sürücüler				<ul style="list-style-type: none"> • KOBİ'ler • Teknopark Firmaları • Üniversiteler • Araştırma Merkezleri / Büyük Ölçekli Firmalar 					
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler									
Asenkron Makinalar ve Sürücüler									

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

Asenkron Makinalar ve Sürücüler

Aşağıdaki Motor Performans Kriterlerine ulaşılması beklenmektedir:

*Motorun maksimum gücü (Peak Power) (kW) <350kW

*Motorun maksimum hızı (Peak Speed) (rpm) <20bin devir/dk

*Motor güç maliyeti (motor cost) (\$/kW) Yılda 100 bin Ünite;< 6 Euro (\$/kW)

*Maksimum hızın nominal hıza oranı >4

Aşağıdaki Motor Güç Yoğunluğu kriterlerine ulaşılması beklenmektedir:

*PM motor için motor ve soğutma sistemi dahil Güç Yoğunluğu > 7 (kW/kg)

*Mıknatıssız motorlar için Güç Yoğunluğu > 4 (kW/kg)

*Azaltılmış mıknatıslı motorlar için Güç Yoğunluğu > 5,5 (kW/kg)

*Azaltılmış mıknatıs kutuplu motorlar için Güç Yoğunluğu ekonomik sürdürülebilirliği sağlayacak düzeyde olmalıdır.

Not: İlgili teknolojilerin geliştirilmesinde aşağıdaki yenilikçi imalat teknolojilerinin kullanılması önem arz etmektedir: Sanayi 4.0, robotik kullanımı, hairpin sargı ve lazer kaynak teknolojileri vb.

Motor Soğutma Teknolojilerinin Geliştirilmesi

Motor Sürücüsünde ulaşılması hedeflenen yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metrikler aşağıda yer almaktadır:

*Hızlı tepki verebilen

*Yüksek gerilimli eviricilere sahip

*Yeni tip yarı iletken anahtarlara sahip

*Çok seviyeli anahtarlı eviricilere sahip

*Düşük Toplam Harmonik Bozulmaya (THD'ye -Total harmonic distortion) sahip

Sürücü Soğutma Teknolojilerinin sahip olması beklenen Genel Sistem Özellikleri aşağıda yer almaktadır:

*Yüksek verim sınıflarında yer alan

*Yüksek güç yoğunluğuna sahip

*Düşük ve öngörülebilir maliyete sahip

*Hafif ve küçük boyutlu

*Çevreye duyarlı ve dönüştürülebilirliği yüksek

Senkron motorlar ve sürücüler için yukarıda belirtilen özelliklere ek olarak asenkron motorlar ve sürücülerinin aşağıdaki özelliklere sahip olması gerekmektedir:

*Overload kapasitesinin yüksek olması

*Rotor soğutma konusunda yenilikçi uygulamalara sahip olması

*Mıknatıs içermeyen motorlar için Güç Yoğunluğu > 4 (kW/kg)

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Elektrikli Kara Taşıtları Senkron/Asenkron Makinalar ve Sürücüler	Yüksek verim sınıflarında, <350kW güç seviyelerinde alçak gerilimde <20bin devir/dk gibi yüksek hızlarda çalışan, yüksek güç yoğunluğu ve düşük maliyete sahip, elektrikli ticari kara taşıtlarında kullanılmak üzere asenkron ve/veya senkron (sürekli mıknatıslı, relüktans ve/veya hibrit) türü makinaların, makina sürücülerinin ve entegre çekiş sistemlerinin birlikte geliştirilmesi hedefine yönelik olarak « Senkron Makinalar ve Sürücüler » geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Senkron Makinalar ve Sürücüler
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	4-9	Aşağıdaki Motor Performans Kriterlerine ulaşılması beklenmektedir: *Motorun maksimum gücü (Peak Power) (kW) <350kW *Motorun maksimum hızı (Peak Speed) (rpm) <20bin devir/dk *Motor güç maliyeti (motor cost) (\$/kW) Yılda 100 bin Ünite;< 6 Euro (\$/kW) *Maksimum hızın nominal hıza oranı >4
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı işbirlikleri • KOBİ'ler • Teknopark Firmaları • Üniversiteler • Araştırma Merkezleri / Büyük Ölçekli Firmalar		Aşağıdaki Motor Güç Yoğunluğu kriterlerine ulaşılması beklenmektedir: *PM motor için Motor ve soğutma sistemi dahil Güç Yoğunluğu > 7 (kW/kg) *Mıknatıssız motorlar için Güç Yoğunluğu > 4 (kW/kg) *Azaltılmış mıknatıslı motorlar için Güç Yoğunluğu > 5,5 (kW/kg) *Azaltılmış mıknatıs kutuplu motorlar için Güç Yoğunluğu ekonomik sürdürülebilirliği sağlayacak düzeyde olmalıdır.
	Senkron Makinalar ve Sürücüler	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makina Mühendisliği, Kontrol Mühendisliği, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği	Not: İlgili teknolojilerin geliştirilmesinde aşağıdaki yenilikçi imalat teknolojilerinin kullanılması önem arz etmektedir: Sanayi 4.0, robotik kullanımı, hairpin sargı ve lazer kaynak teknolojileri vb.
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	Motor Soğutma Teknolojilerinin Geliştirilmesi Motor Sürücüsünde ulaşılması hedeflenen yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metrikler aşağıda yer almaktadır: *Hızlı tepki verebilen *Yüksek gerilimli eviricilere sahip *Yeni tip yarı iletken anahtarlara sahip *Çok seviyeli anahtarlı eviricilere sahip *Düşük Toplam Harmonik Bozulmaya (THD'ye -Total harmonic distortion) sahip Sürücü Soğutma Teknolojilerinin sahip olması beklenen Genel Sistem Özellikleri aşağıda yer almaktadır: *Yüksek verim sınıflarında yer alan *Yüksek güç yoğunluğuna sahip *Düşük ve öngörülebilir maliyete sahip *Hafif ve küçük boyutlu *Çevreye duyarlı ve dönüştürülebilirliği yüksek

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Farklı Gerilim ve Güç Seviyelerinde Asenkron/Senkron Makinalar ve Sürücüler	3kV-20kV gerilim seviyelerinde 1-25MW güç seviyelerinde asenkron ve senkron makinaların (sürücüler ile birlikte) ve >50MW güç seviyelerinde senkron makinaların fan/pompa gibi orta gerilim sanayi ve elektrik üretim uygulamalarında kullanılmak üzere geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «>50MW güç seviyelerinde senkron makinalar» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları	<p>>50MW güç seviyelerinde senkron makinaların aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none">• Farklı yüklerde ve hızlarda çalışabilme özelliğine sahip olması• Güç aralıklarına göre belli bir ses seviyesinin altında olması• IEC standartlarına uygun olarak yüksek verimle çalışması• Güç aralığına bağlı olarak kendi verim sınıfında bir üst sınıfa çıkma hedefine sahip olması• Yüksek güç yoğunluğuna sahip olması• Güç aralıklarına bağlı olarak entegre sürücü teknolojilerinin geliştirilmesi• İlgili İSG ve IEC standartlarının sağlanması	
	KOBİ'ler ve Teknopark Firmaları (yazılım ve donanımla ilgili kısımlar, özellikle sürücü yazılımları), Üniversiteler, Uluslararası İşbirlikleri Yukarıda belirtilen paydaşların yer aldığı işbirlikleri		
>50MW güç seviyelerinde senkron makinalar	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği. Özellikle, Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları ve Donanım		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu	Demiryolu uygulamalarındaki trenler üzerindeki cer motorlarının yerleşmesine yönelik yüksek verimli, dayanıklı, toz ve nemden az etkilenen, hacimsel güç yoğunluğu yüksek, elektrik motorlarının ve sürücülerinin geliştirilmesi; Ticari deniz taşıtlarına yönelik marin özelliğe, yüksek verimli elektrik motorlarının geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Denizyolu ve demiryolu araçları için verimli elektrik motorları ve sürücülerini» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Demiryolu/Denizyolu Araçlarına Yönelik Elektrikli Motorlar	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	4-9	<p>Denizyolu ve demiryolu araçları için verimli elektrik motorları ve sürücülerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <p>Motorun sahip olması gereken özellikler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dayanıklı • Toz ve nemden az etkilenen • Hacimsel güç yoğunluğu yüksek (kW/L) • Yüksek güvenilirlik seviyesine sahip • Kendinden hava soğutma sistemlerine sahip • Yüksek verime sahip • Bakır çubuklu rotora sahip • Endüstriyel motorlara göre verim aralığı yüksek • Duraklar arası rejenarasyon verimliliğine sahip • Anlık güç değişimlerine karşı dayanıklı <p>Güç ve gerilim seviyelerine ilişkin özellikler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tramvaylarda kullanılan motorlar 80-250kW mertebesinde ve 400VAC-1000VAC gerilim seviyelerinde • Lokomotiflerde motor gücü 250kW-1500kW aralığında ve gerilimleri 700VAC, 1300VAC mertebesinde • Hızlı trenler için güçler 400kW-1500kW aralığında ve 1000VAC-1300VAC gerilim aralığında <p>Yukardaki özelliklere ek olarak deniz taşıtları için motor güç ve gerilim seviyeleri aşağıdaki şekilde değişmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek güç ve gerilim seviyesine sahip • Güç ve Gerilim Seviyeleri aşağıdaki aralıklarda: <ul style="list-style-type: none"> o Deniz taşıtlarındaki motorların gerilim seviyeleri, 690V-6.6kV- aralığında o Genel Güç seviyesi >100 kW ve <10 MW o Ana Tahrik - Manevra Kabiliyetini artırmak için Büyük Boyutlu Gemiler için Motor Güç Seviyesi 5-10 MW <p>Motor Sürücü Sistemlerin sahip olması gereken özellikler:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek gerilimli olması • Sıvı soğutma sistemleri ve teknolojilerine sahip olması • Isı Borusu (Heat Pipe) teknolojisine (doğal hava soğutma-natural air cooling) sahip sistemler olması • Yeni tip (SiC, GaN vb.) yarı iletken anahtarlara sahip olması • Yenilikçi devre topolojilerine sahip olması • Yenilikçi sürüş algoritmalarına sahip olması <p>Not: Deniz taşıtlarında kullanılan makinalar için Süper İletken Teknolojilerinin kullanımı da önemli ve yenilikçi bir yaklaşım sağlayacaktır.</p>
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı işbirlikleri <ul style="list-style-type: none"> • KOBİ'ler • Teknopark Firmaları • Üniversiteler • Araştırma MerkezleriBüyük Ölçekli Firmalar 		
Denizyolu ve demiryolu araçları için verimli elektrik motorları ve sürücülerini	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makina Mühendisliği, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği, Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Yazılım ve Kontrol Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, Fizik Mühendisliği		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		0,40-6.6kV gerilim seviyelerinde 0,10-10MW güç seviyelerinde, yüksek verim ve performansa sahip, raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere asenkron ve sürekli mıknatıslı türü makinelerin sürücülerini ile birlikte modüler mimaride ürün ailesi olarak geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere asenkron makineler ve sürücülerini» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Raylı ve Deniz Taşıtları için Asenkron/Sürekli Mıknatıslı Makinalar ve Sürücülerini	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		6-9	<p>Raylı taşıt motorunun aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek güvenilirlik seviyesine sahip • Kendinden hava soğutma sistemlerine sahip • Yüksek verime sahip • Bakır çubuklu rotora sahip • Endüstriyel motorlara göre verim aralığı yüksek • Duraklar arası rejenarasyon verimliliğine sahip • Anlık güç değişimlerine karşı dayanımlı <p>Raylı taşıt motoru için ulaşılması hedeflenen güç ve gerilim seviyeleri aşağıda yer almaktadır:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tramvaylarda kullanılan motorlar 80-250kW mertebesinde ve 400VAC-1000VAC gerilim seviyelerinde • Lokomotiflerde motor gücü 250kW-1500kW aralığında ve gerilimleri 700VAC, 1300VAC mertebesinde • Hızlı trenler için güçler 400kW-1500kW aralığında ve 1000VAC-1300VAC gerilim aralığında 	<p>Raylı taşıt motoru sürücü sistemlerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek Gerilimli Hat Gerilim Seviyesi aralıkları: <ul style="list-style-type: none"> *Tramvaylarda 750 VDC-1500VDC *Lokomotiflerde 1800 VDC • Sıvı Soğutma Sistemleri ve Teknolojilerinin sahip olması gereken özellikler aşağıda yer almaktadır: <ul style="list-style-type: none"> * Isı Borusu (Heat Pipe) teknolojisine ve doğal hava soğutma (natural air cooling) sistemine sahip *Yeni tip (Sic vb.) yarı iletken anahtarlara sahip <p>Yukardaki özelliklere ek olarak deniz taşıtları için motor güç ve gerilim seviyeleri aşağıdaki şekilde değişmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek Güç ve Gerilim Seviyesine Sahip • Güç ve Gerilim Seviyeleri: <ul style="list-style-type: none"> Deniz taşıtlarındaki motorların gerilim seviyeleri, 690V-6.6kV- aralığında Genel güç seviyesi >100 kW ve <10 MW aralığında Ana tahrik - manevra kabiliyetini artırmak için büyük boyutlu gemiler için motor güç seviyesi 5-10 mw aralığında
	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı uzun vadeli ve sürdürülebilir işbirlikleri			
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	<ul style="list-style-type: none"> • KOBİ'ler • Teknopark Firmaları • Üniversiteler • Araştırma Merkezleri • Büyük Ölçekli Firmalar 				
Raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere asenkron makineler ve sürücülerini	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler	Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makina Mühendisliği, Kontrol Mühendisliği, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği ve Endüstri Mühendisliği			
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl		

Bu konu, Motor Teknoloji Yol Haritası temel alınarak hazırlanmıştır.

Motor TYH

TYH'ler

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Farklı Gerilim ve Güç Seviyelerinde Asenkron/Senkron Makinalar ve Sürücüler		4-9		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Büyük Ölçekli Sanayi Kuruluşları		1-25MW güç seviyelerinde asenkron ve senkron makinaları ve sürücülerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir: <ul style="list-style-type: none">• IEC standartlarına uygun olarak yüksek verimle çalışması• Güç aralığına bağlı olarak kendi verim sınıfında bir üst sınıfa çıkma hedefinin olması• Yüksek güç yoğunluğuna sahip olması• Güç aralıklarına bağlı olarak entegre sürücü teknolojilerinin geliştirilmesi• İlgili İSG ve IEC standartlarının sağlanması
1-25MW güç seviyelerinde asenkron ve senkron makinaları ve sürücüler		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği. Özellikle, Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları ve Donanım		
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Makina İmalat Sektörüne Yönelik Fırçasız DC/AC Motorlar		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Makina İmalat Sektörüne yönelik fırçasız DC/AC motorlar ve sürücüler	
Makina imalat sektörüne yönelik muadillerinden hassas hızlı pozisyonlama yapabilen, daha hızlı çalışan ve daha kolay kontrol edilebilen, düşük ve yüksek güç değerlerinde yüksek verimli, tork kontrollerine sahip fırçasız DC/AC motorların ve sürücülerin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Makina imalat sektörüne yönelik fırçasız DC/AC motorlar ve sürücüler» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		5-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	
						KOBİ'ler, Üniversite, Araştırma Merkezleri ve Uluslararası paydaşların yer aldığı konsorsiyumlar	
						Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler	
						Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği. Malzeme Mühendisliği. Yazılım Mühendisliği	
						Özellikle Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları	
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl		Makina imalat sektörüne yönelik fırçasız DC/AC motorlar ve sürücülerin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:	
						<ul style="list-style-type: none">• Yüksek hızlı (20000 d/d'ye kadar) ve uygun gerilim seviyelerinde çalışan• 7,5 kW'a kadar güç hedefi olan	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		6-9	Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar		
<p>3 eksenli stabilizasyon sistemlerinde ve sivil amaçlı drone teknolojilerinde yurt dışı bağımlılığı azaltmak amacıyla stabil, uzun mekanik ömüre, yüksek verimlilik, yüksek güç yoğunluğuna sahip ve dayanıklı fırçasız DC motorların geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Sivil amaçlı drone teknolojileri için dayanıklı fırçasız DC motorlar» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>		<p>Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli</p> <p>Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı işbirlikleri</p> <ul style="list-style-type: none"> • KOBİ'ler • Teknopark Firmaları • Üniversiteler • Araştırma MerkezleriBüyük Ölçekli Firmalar 			<p>Sivil amaçlı drone teknolojileri için dayanıklı fırçasız DC motorların aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <p>Motor özellikleri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabil • Uzun mekanik ömüre sahip • Yüksek verimliliğe sahip • Yüksek güç yoğunluğuna sahip • Güç seviyesi > 10 kW • Hava ve sıvı soğutmalı <p>Pervane Yapısı:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Düşük ağırlıklı • Metal alaşımlı • Hafif malzemeler ile üretilen • Korozyona dayanıklı • Titreşime dayanıklı • Yüksek itki ağırlık oranına sahip • Moment dalgalanması düşük • Yüksek güvenilirlikli <p>Motor Sürücü Sistemleri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yazılım ve donanım güvenilirliği yüksek • Yeni tip (SiC, GaN vb.) yarı iletken anahtarlara sahip • Yenilikçi devre topolojilerine sahip • Moment dalgalanmasını azaltma amaçlı kontrol algoritmalarına sahip • Yenilikçi motor kontrol yöntemlerini kullanan <p>NOT: Motorun, pervane ile uyumlu bir şekilde geliştirilmesi önemlidir. Aynı zamanda termal sistemlerin de geliştirilecek motor ve sürücü sistemi ile uyumu gözetilmelidir.</p>		
<p>Sivil Amaçlı Drone Teknolojilerine Yönelik Fırçasız DC Motorlar</p>		<p>Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler</p> <p>Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makina Mühendisliği, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği, Elektronik Mühendisliği, Endüstri Mühendisliği, Yazılım ve Kontrol Mühendisliği, Mekatronik Mühendisliği, Fizik Mühendisliği</p>		<p>Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu</p>		<p>3 Yıl</p>	
<p>Öncelikli Ürün ve Teknolojiler</p>		<p>Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler</p>		<p>3 Yıl</p>		<p>3 Yıl</p>	
<p>Sivil amaçlı drone teknolojileri için dayanıklı fırçasız DC motorlar</p>		<p>Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler</p>		<p>3 Yıl</p>		<p>3 Yıl</p>	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Servo, BLDC ve Sürekli Mıknatıslı Makinalar	<p><15kW güç seviyelerinde, yüksek güç yoğunluğu ve düşük maliyete sahip servo, BLDC ve sürekli mıknatıslı makinaların sürücüleri ile birlikte geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Sürekli Mıknatıslı Motorlar (BLDC Motor dahil)» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.</p>		<p>Sürekli Mıknatıslı Motorların (BLDC Motor dahil) aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <15kW güç seviyelerinde, yüksek güç yoğunluğuna ve düşük maliyete sahip olması • Yüksek verimle çalışması (IEC standartlarına uygun biçimde) • Güç aralığına bağlı olarak kendi verim sınıfında bir üst sınıfa çıkma hedefine sahip olması
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	6-9	
Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	<p>KOBİ'ler, Üniversite ve Araştırma Merkezleri ve Kamu ortaklı konsorsiyumlar</p>		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Sürekli Mıknatıslı Motorlar (BLDC Motor dahil)	<p>Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmeleri Gereken Disiplinler</p> <p>Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği.</p> <p>Özellikle, Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları ve Donanım</p>		
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Yenilenebilir Enerji Sistemlerine Yönelik Motorlar		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Sürekli mıknatıslı senkron ve asenkron alternatör	
Yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulması veya varolan sistemlere entegre edilmesi amacıyla uzun kullanım süresine sahip, on-grid ve off-grid çalışabilecek sürekli mıknatıslı senkron ve asenkron yerli alternatörlerin ve %15 olan elektrik üretim veriminin %25 seviyesine çıkaracak Organik Rankine Çevrimli (ORC) türbin motorlarının entegre geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Sürekli mıknatıslı senkron ve asenkron alternatör» geliştirilmesi amacıyla Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		7-9		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler	
		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli		Çoklu ve disiplinlerarası çalışan teknopark firmaları, üniversiteler ve araştırma merkezlerinin yer aldığı işbirlikleri		Özellikle, Güç Elektroniği, Akışkanlar Mekaniği, Termodinamik Sistemler, Sürücü Yazılımları, Donanım, Yenilenebilir Enerji	
						Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	
						3 Yıl	

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

Sürekli mıknatıslı senkron ve asenkron alternatörün aşağıdaki performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:

- 1MW'a kadar 500-1000 RPM devir aralığında

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Elektrikli Kara Taşıtları için "e-drivetrain" Sistemleri	Elektrikli kara taşıtlarına yönelik farklı kullanımları hedefleyen, muadillerine göre %20 daha hafif, yenilikçi malzeme teknolojilerini kullanan "e-drivetrain" (elektrik motoru ve sürücüler, transmisyon, elektronik kontrol üniteleri vb bileşenleri içerebilen) sistemlerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «"e-drivetrain" sistemlerinin geliştirilmesi» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.	<p>"e-drivetrain" sistemlerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <p>* "Senkron/Asenkron Makinalar ve Sürücüler" hedefinde belirtilen yenilikçi özelliklere sahip motor ve sürücü sistemlerini içerebilecek nitelikte;</p> <ul style="list-style-type: none">• Maliyeti azaltılmış• Kompakt paketli hale getirilmiş• Dış metal yapısı hafifletilmiş• Muadillerine göre (entegre edilmiş kompakt yapı vs. entegre edilmemiş) %20 daha hafif ve yenilikçi malzeme teknolojilerini kullanması• Güç yoğunluğu artırılmış• Kendinden soğutma sistemine sahip• Sessiz çalışabilen• Verimliliği yüksek ve hız aralığı geniş• Ağırlığı optimize edilmiş farklı tipte çift motor yapılarını kullanabilen• Sistemin dişli kutularıyla birlikte geliştirilmesi	
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı işbirlikleri <ul style="list-style-type: none">• KOBİ'ler• Teknopark Firmaları• Üniversiteler• Araştırma MerkezleriBüyük Ölçekli Firmalar		
	"e-drivetrain" sistemlerinin geliştirilmesi	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Makina Mühendisliği; Elektrik-Elektronik Mühendisliği; Kontrol Mühendisliği; Malzeme ve Metalurji Mühendisliği; Bilgisayar Mühendisliği; Elektrik Mühendisliği; Yazılım Mühendisliği	
	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	4 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Tüm Dayanıklı Tüketim Ürünlerine Yönelik Elektrik Motorları	Tüm dayanıklı tüketim ürünlerinde enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik muadillerinden daha verimli, maliyet etkin, küçük hacimli, sessiz, hızlı üretilebilir (Avrupa Birliği Yeşil Mutabakata uygun) elektrik motorlarının (BLDC ve diğer sabit mıknatıslı) sürücülerini ile birlikte geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Tüm dayanıklı tüketim ürünleri için elektrikli motorlar ve sürücülerini» geliştirilmesi amacıyla Yenilik Projeleri desteklenecektir.	<p>Tüm dayanıklı tüketim ürünleri için elektrikli motorlar ve sürücülerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none">• 100W - 750W güç aralığında (fan motorları açısından daha düşük güç aralığı hedeflenebilir (<37.5))• Yüksek güç yoğunluklu ve yüksek verimli• Sessiz çalışan, <70 desibel. 20000 d/d hedefi olan	
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		
Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli			
KOBİ'ler, Üniversite, Araştırma Merkezleri ve Uluslararası paydaşların yer aldığı konsorsiyumlar			
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler		
	Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği. Malzeme Mühendisliği. Yazılım Mühendisliği		
	Özellikle Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları		
Tüm dayanıklı tüketim ürünleri için elektrikli motorlar ve sürücülerini	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Yenilenebilir Enerji Sistemlerine Yönelik Motorlar		Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Organik Rankine Çevrimli (ORC) türbin motoru	
Yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulması veya varolan sistemlere entegre edilmesi amacıyla uzun kullanım süresine sahip, on-grid ve off-grid çalışabilecek sürekli mıknatıslı senkron ve asenkron yerli alternatörlerin ve %15 olan elektrik üretim veriminin %25 seviyesine çıkaracak Organik Rankine Çevrimli (ORC) türbin motorlarının entegre geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Organik Rankine Çevrimli (ORC) türbin motoru» geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		5-9		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli Çoklu ve disiplinlerarası çalışan teknopark firmaları, üniversiteler ve araştırma merkezlerinin yer aldığı işbirlikleri	
						Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği, Enerji Sistemleri Mühendisliği Özellikle, Güç Elektroniği, Akışkanlar Mekaniği, Termodinamik Sistemler, Sürücü Yazılımları, Donanım, Yenilenebilir Enerji Alanlarında çalışanların bir araya gelmesi gerekmektedir.	
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		3 Yıl			

Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar

Organik Rankine Çevrimli (ORC) türbin motorunun aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:

- %15 olan elektrik üretim verimini %25 seviyesine çıkaran
- 1MW'a kadar 500-1000 RPM devir aralığında çalışan
- Düşük RPM ve yüksek torca sahip
- CO₂'li, R290'lı sistemler ile GWP potansiyelinin düşük olduğu gaz kullanımını hedefleyen

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar
Servo, BLDC ve Sürekli Mıknatıslı Makinalar		4-9		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler		Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli KOBİ'ler, Üniversite ve Araştırma Merkezleri ve Kamu ortaklı konsorsiyumlar		Servo Motorların (konum kontrollü) aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir: <ul style="list-style-type: none">• <15kW güç seviyelerinde, yüksek güç yoğunluğuna ve düşük maliyete sahip olması• Yüksek hassasiyetli ve yüksek çözünürlüklü olması• Servo motor kontrolünde hız, ivme ve akım kontrol döngülerinin tasarlanması• IPD, Durum Geri Beslemeli veya Gürbüz kontrolcü tasarımlarının ihtiyaca göre tasarlanması
Servo Motor (konum kontrollü)		Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği. Özellikle, Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları ve Donanım		
		Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu		5 Yıl

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Talaşlı İmalat Makinalarına Yönelik Spindle Motorları ve Sürücüler	Mikron / submikron ölçeğindeki talaşlı imalat makinalarının (CNC tezgahları, CNC freze makineleri için) spindle motorlarının ve sürücülerinin geliştirilmesi hedefine yönelik olarak « Spindle motorları ve sürücüler » geliştirilmesi amacıyla Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.	<p>Spindle motorları ve sürücülerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none">• <15kW güç seviyelerinde• Yüksek güç yoğunluğuna ve düşük maliyete sahip• Yüksek verimle ve yüksek hızlarda çalışan (60000 RPM'e kadar)• IEC standartlarına uygun (güç aralığına bağlı olarak kendi verim sınıfında bir üst sınıfa çıkma hedefi olan)• Endüstriyel haberleşme protokollerini destekleyen ve kullanabilen bir sürücüye sahip• Düşük titreşimli ve yüksek hassasiyetli• Düşük titreşimli (V5 titreşim sınıfı). <75 desibel özelliklerine sahip	
	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri		
Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	KOBİ'ler, Üniversite, Araştırma Merkezleri ve Uluslararası paydaşların yer aldığı konsorsiyumlar		
Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler	Elektrik ve Elektronik Mühendisliği, Makine Mühendisliği, Malzeme Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği Özellikle Güç Elektroniği, Akustik, Kontrol, Termal Analiz, Titreşim Analizi, Sinyal İşleme, Sürücü Yazılımları		
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler			
Spindle motorları ve sürücüler	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	3 Yıl	

Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konusu		0,40-6.6kV gerilim seviyelerinde 0,10-10MW güç seviyelerinde, yüksek verim ve performansa sahip, raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere asenkron ve sürekli mıknatıslı türü makinaların sürücüleri ile birlikte modüler mimaride ürün ailesi olarak geliştirilmesi hedefine yönelik olarak «Raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere sürekli mıknatıslı makinalar ve sürücüleri» geliştirilmesi amacıyla Temel/Uygulamalı Araştırma, Teknoloji Geliştirme ve Yenilik Projeleri desteklenecektir.		Projelerin Odaklanması Beklenen Yenilikçi Özellikler/Metrikler/Çalışmalar	
Raylı ve Deniz Taşıtları için Asenkron/Sürekli Mıknatıslı Makinalar ve Sürücüleri	Desteklenecek Projelerin Kapsayacağı Teknolojik Hazırlık Seviyeleri	3-9	<p>Raylı taşıt motorunun aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek güvenilirlik seviyesine sahip • Kendinden hava soğutma sistemlerine sahip • Yüksek verime sahip • Bakır çubuklu rotora sahip • Endüstriyel motorlara göre verim aralığı yüksek • Duraklar arası rejenarasyon verimliliğine sahip • Anlık güç değişimlerine karşı dayanımlı <p>Raylı taşıt motoru için ulaşılmaması hedeflenen güç ve gerilim seviyeleri aşağıda yer almaktadır:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tramvaylarda kullanılan motorlar 80-250kW mertebesinde ve 400VAC-1000VAC gerilim seviyelerinde • Lokomotiflerde motor gücü 250kW-1500kW aralığında ve gerilimleri 700VAC, 1300VAC mertebesinde • Hızlı trenler için güçler 400kW-1500kW aralığında ve 1000VAC-1300VAC gerilim aralığında 	<p>Raylı taşıt motoru sürücü sistemlerinin aşağıdaki yenilikçi yönler, performans kriterleri ve teknik metriklere uygun olarak geliştirilmesi beklenmektedir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yüksek Gerilimli Hat Gerilim Seviyesi aralıkları: Tramvaylarda 750 VDC-1500VDC Lokomotiflerde 1800 VDC • Sıvı Soğutma Sistemleri ve Teknolojilerinin sahip olması gereken özellikler aşağıda yer almaktadır: Isı Borusu (Heat Pipe) teknolojisine ve doğal hava soğutma (natural air cooling) sistemine sahip Yeni tip (Sic vb.) yarı iletken anahtarlara sahip Yukarıdaki özelliklere ek olarak deniz taşıtları için motor güç ve gerilim seviyeleri aşağıdaki şekilde değişmektedir: • Yüksek Güç ve Gerilim Seviyesine Sahip • Güç ve Gerilim Seviyeleri: Deniz taşıtlarındaki motorların gerilim seviyeleri, 690V-6.6kV-aralığında Genel güç seviyesi >100 kW ve <10 MW aralığında Ana tahrik - manevra kabiliyetini artırmak için büyük boyutlu gemiler için motor güç seviyesi 5-10 mw aralığında <p>Not: Yukarıda asenkron makinalar ve sürücüleri için belirtilen özellikler bu bölümdeki mıknatıslı makinalar ve sürücüleri için de geçerlidir.</p>	
	Tavsiye Edilen Ar-Ge ve Yenilik İş Birliği/Modeli	Özel Sektör – Akademi ve Araştırma Merkezleri İş Birliği: Akademinin danışmanlık hizmeti dışında, Ar-Ge süreçlerinde fiilen yer aldığı uzun vadeli ve sürdürülebilir işbirlikleri			
Öncelikli Ürün ve Teknolojiler	<ul style="list-style-type: none"> • KOBİ'ler • Teknopark Firmaları • Üniversiteler • Araştırma Merkezleri • Büyük Ölçekli Firmalar 				
Raylı ve deniz taşıtların tahrik sistemlerinde kullanılmak üzere sürekli mıknatıslı makinalar ve sürücüleri	<p>Ar-Ge ve Yenilik Sürecinde Bir Araya Gelmesi Gereken Disiplinler</p> <p>Elektrik-Elektronik Mühendisliği, Makina Mühendisliği, Kontrol Mühendisliği, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği, Bilgisayar Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği, Yazılım Mühendisliği ve Endüstri Mühendisliği</p>	Öngörülen Ar-Ge ve Yenilik Süreci Uzunluğu	5 Yıl		

**Türkiye Yeşil Sanayi Projesi Ar-Ge ve Yenilik Konu Başlıkları ile ilgili
Görüş, Öneri ve Sorularınız için:**

TÜBİTAK Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Dairesi

cagri.planlama@tubitak.gov.tr

politikalar@tubitak.gov.tr