

Yeşil Büyüme Teknoloji Teknoloji Yol Haritası-Kimyasallar Sektörü Özet Tablosu

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. Enerji yoğun proseslerde Temiz Enerji Kullanımı ve Enerji Verimliliğinin Artırılması, Sürdürülebilir Hammadde Kullanımı	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	Ürünler bazında THS ilgili bölümde tablo olarak verilmiştir.	Ürünler bazında THS ilgili bölümde tablo olarak verilmiştir.	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
		dönüştürme teknolojilerinin uygulanması			
		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
	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 çarı 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 çarı 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. Biyorafineriler	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	2.1.a Termokimyasal dönüşüm teknolojilerine dayalı biyorafineri teknolojileri ve uygulamalarının geliştirilmesi <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 	Biyokütle ve organik atıklar Gazlaştırma ve Piroliz için THS: 6-9 Sentez gazından yakıt ve değerli kimyasal üretimi için THS: 4-9 (Hidrotermal) Karbonizasyon için THS: 4-6	Biyokütle ve organik atıklar Gazlaştırma ve Piroliz: THS: 6-9 Sentez gazından yakıt ve değerli kimyasal üretimi için THS: 4-7 (Hidrotermal) Karbonizasyon için THS: 2-3	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
		<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 çıktıların (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
	2.2.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
3. Mavi/ Yeşil Amonyak Üretimi	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

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
		3.1.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
4. Mavi/Yeşil Metanol Üretimi	4.1. Mavi Metanol üretimine yönelik teknolojilerin geliştirilmesi	4.1.a. Kömürden, biyokütle ve organik atıklardan elde edilen sentez gazından karbondioksit	8-9	4-5	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
		salımsız metanol üretimine ilişkin proseslerin geliştirilmesi			
	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
5. Yeşil Kimyasallar (Esterler, Oleokimyasallar, Epoksiler gibi) ve Sentetik Yakıtlar	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

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
	5.2. 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 poliöl 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 poliöl 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

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
		5.5.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
6. Yeşil Hidrojen Üretim Prosesleri	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

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
	6.2. 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	
7. Yeşil Kimyada İleri Ayırma Teknolojileri-Membranlar ve Adsorbanlar	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

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
		7.1.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 üretimde 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

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
		7.1.e. Seramik membranların geliştirilmesi	7-9	Tek kanallı ve çok kanallı borusal seramik membran üretimi için THS: 2-4 MF, UF, Fine UF düzeyinde ayırma yapabilen tek kanallı borusal seramik membranların üretimi için THS: 4-5	2026-2030-2035
	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

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
		7.2.b. Suların ileri artırılmasında 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
8. Kauçuk Sektöründe kullanılabilir yeni veya geri dönüştürülmüş alternatif maddeler	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

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
		8.1.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 kullanılabilir daha çevre dostu alternatif ürünlerin geliştirilmesi	8.2.a. Taraxacum kok-saghyz (TKS) kökünden ham kauçuk izolasyonu yönteminin geliştirilmesi	2-4	Faaliyette bulunmamaktadır.	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 kullanılabilir forma dönüştürülebilen alternatifleriyle değiştirilmesine yönelik çalışmalar	7-9	3-4	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
9. Yerli Kaynaklardan ve Atıklardan Kritik Hammaddelerin Üretimi	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 kilerden 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

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
					süresi: 2030
		9.1.d. Atık sulardan ve atıklardan fosfat gibi fosforlu bileşiklerinin geri kazanımı, kullanılabilir hammaddeye dönüşüm teknolojileri	3-5	1-3	3. Lityum karbonattan lityum hidroksit üretimi Ar-Ge süresi: 2026 2030