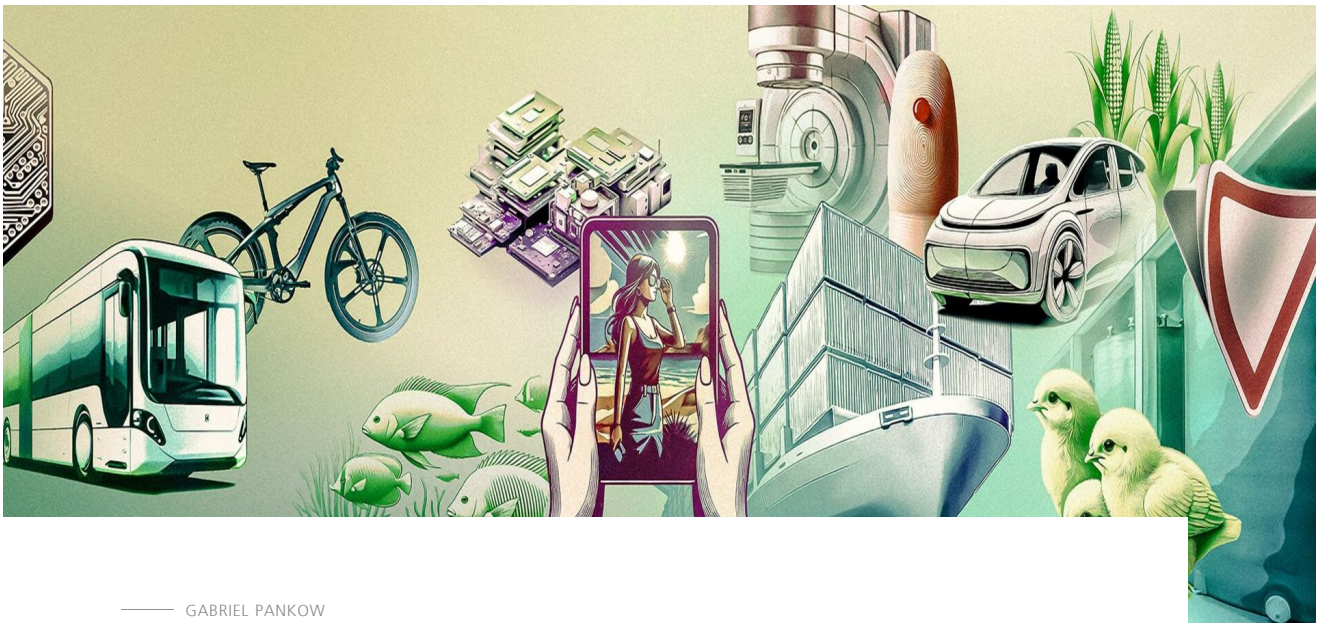


GABRIEL PANKOW

# Yalnızca lazerlerle mümkün: Daha fazla sürdürülebilirlik odaklı 6 uygulama

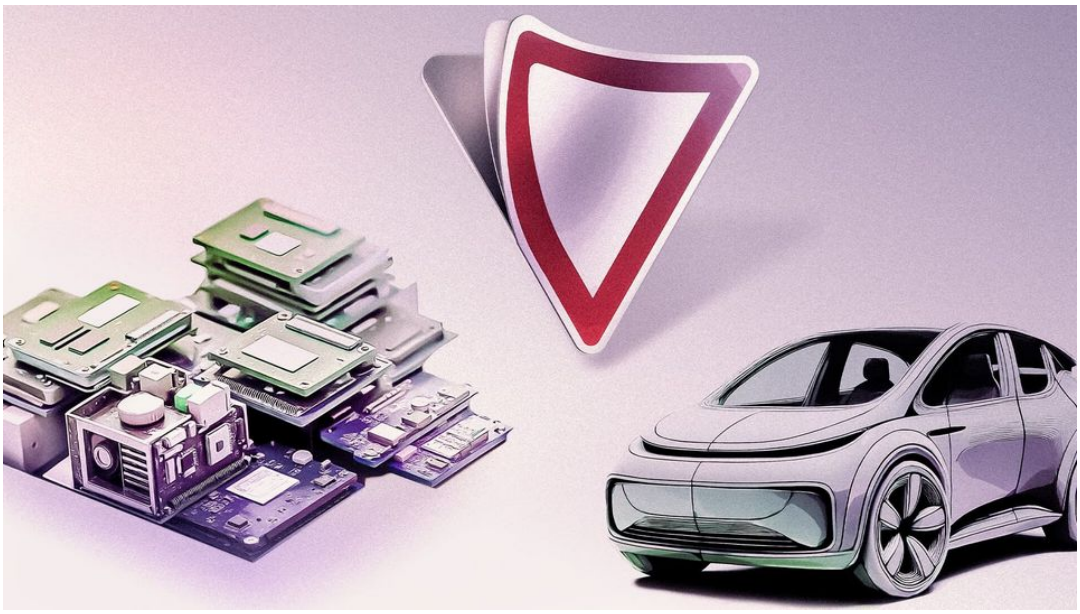
**Herkes sürdürülebilirlik hakkında konu□uyor, lazer kullanıcıları ise bu alanda yeni □eyler yapıyor. Zira lazerler, daha fazla sürdürülebilirlik için inovasyonda verimlili□i yükselten araçlardan daha fazlası anlamına gelir: Daha çevre dostu bir endüstriye yönelik kilit bir bile□en niteli□indedir. "Daha □yi Bir Dünya" projesini ba□arıya ula□tıran yenilikçi, maliyet tasarruflu ve bazen de □a□ırtıcı lazer uygulamalarına altı örne□i ke□fedin.**

Ayrıştırma adımı, geri dönüşüm kapsamındaki en büyük sorunu temsil eder. Eskimiş alet ve eşyalar ne kadar ince ve düzenli şekilde sökülebilirse, o kadar yüksek miktarda hammadde geri kazanılabilir. Bununla birlikte, üretim sırasında eklenen malzemelerin çoğu bu kadar kolay ayrıştırılamaz:

## HURDADAK□ HAZ□NELER□ KE□FETMEK

Teoride: Geri dönüşüm için malzemeleri parçalarına ayırır ve hiçbir kalite kaybı olmaksızın döngüye geri döndürürüz. Gerçekte: Devasa bir hurda metal yığını oluşur. Türe göre ayrıştırma nasıl yapılır? Fraunhofer Lazer Teknolojisi Enstitüsü ILT buna yönelik yeni bir proses geliştirdi: Bir sensör, lazer emisyon spektroskopisi aracılığıyla bir konveyör bandı üzerinden hızla geçen hurda malzemelerin kimyasal bileşimini tanımlayabiliyor. Bunun ardından, insanlar veya yapay zeka destekli otomatik bir sistem aracılığıyla ayrıştırma gerçekleştiriliyor. Lazer metodu, elektronik hurdalar ve otomobil parçaları gibi kırılgan atıklar için de uygun bir çözüm. Bu sayede, molibden, kobalt veya tungsten gibi değerli hammaddelerin en küçük miktarları veya sadece alaşım bileşenleri bile algılanabiliyor. Lazer dedektörü gelecekte eskiye kıyasla çok daha fazla malzemenin döngüye geri döndürülmesine olanak tanıyacak.

İki örnek daha: Elektrikli otomobil akülerine yönelik elektrot üretiminde şirketler folyoları lityum, kobalt ve nikel gibi değerli maddelerle kaplamaktadır. Bunların hepsi kalite kontrolünden geçemez. Bu kapsamda, bir lazer ışını incecik tabakayı kaldırır, değerli madde tozu toplanır ve döngüye geri döndürülür. Bir başka örnek olarak, güncelliğini yitirmiş veya yazıları kötüleşmiş bir alüminyum trafik levhası da hurdaya ayırılır. Bu durum, preslenmiş ve artık çıkarılamayan özel folyolar yüzünden yaşanır. Bu folyolar $CO_2$ lazer yardımıyla hiçbir kalıntı bırakmadan, hızlı bir şekilde çıkarılabilir.



İster trafik levhalarını veya elektrikli otomobil batarya atıklarını geri dönüştürmek, ister hurda metaldeki hazineleri keşfetmek için: Lazerler geri dönüşüme yardımcı olabilir.

Kaynak kullanımının ideal yolu daima en azından aynı düzeyde bir sonucu daha az çabayla elde etmek olmuştur. Lazerle işlemenin onlarca yıldır bu verimlilik mottosuyla ilerlediğini iddia etmek abartılı olmayacaktır.

Fotovoltaik ve deniz taşımacılığı durumunda daha da yüksek verimlilik elde edilebilir: Çöldeki bir PV modülü yalnızca bir ay içerisinde, giderek artan toz tabakası yüzünden çıktısının yüzde 30'unu kaybeder. Bu noktada, üst üste bindirilen lazer ışınları aracılığıyla aktif olarak toz tutmayan bir yüzey yapısı oluşturulabilir. Diğer yandan, gemilerin gövdelerinde de mikroorganizmalar, algler, bitkiler, midyeler ve istiridyeler kolonileşir. Bu da yakıt tüketimini yüzde 60'a varan oranlarda yükseltir. Bir diyot lazere ait gelen ışınlar, su altındaki kirlenmeyi güvenilir bir şekilde ve tamamen ortadan kaldırabilir.

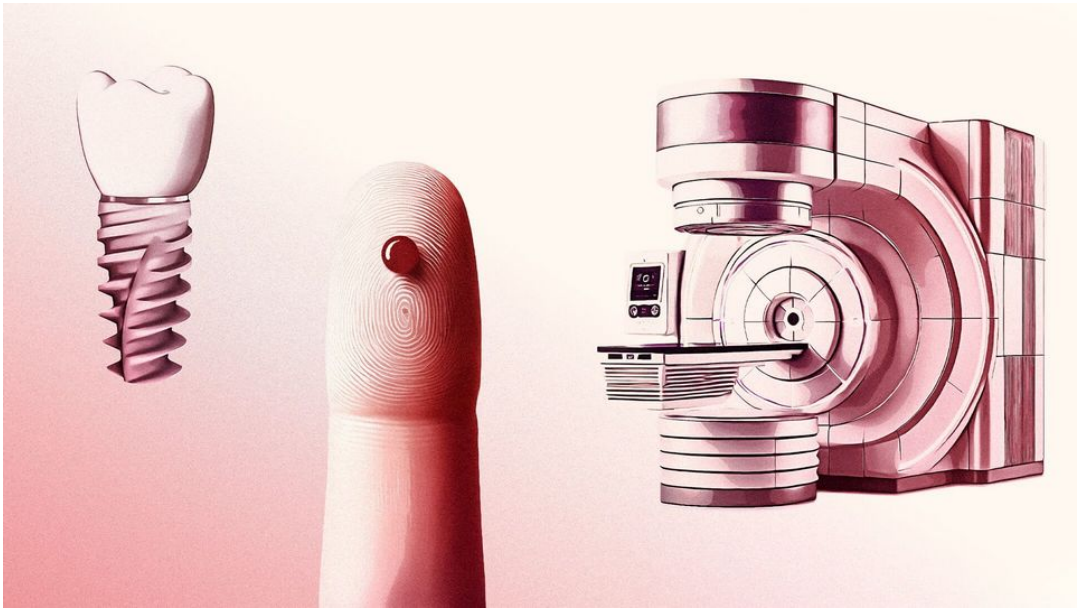
Lazer teknolojisi kaynakları korur: batarya folyolarını düşük enerji tüketimiyle kurutur, deniz taşımacılığı sırasında yakıt tasarrufu sağlar ve fotovoltaik modüllerin temizliğini güvence altına

alır.

## HERKES □Ç□N TERAP□

Sert röntgen ışınları, kanser hücrelerine karşı etkili bir terapidir. Ancak bu tedavi, hastalar üzerinde büyük bir yük anlamına gelir. Elektron ışınlarıyla tedavi ise hem daha nazik hem de sonuçlar bakımından daha umut vericidir; zira elektron ışınları daha hassas olarak odaklanabilir ve bu sayede çevre dokuya zarar etkilemeden kanser hücrelerini daha isabetli olarak hedefleyebilir. Öte yandan, elektron ışını makineleri son derece büyük ve pahalı olduğu için neredeyse hiç kullanılmaz. Bu iki dezavantaj, elektronları tamamen farklı bir şekilde hızlandıran lazer yay dalgaları yöntemi ile ortadan kalkıyor. Bu da, geçmişe göre çok daha fazla insan için daha etkin ve daha nazik kanser tedavilerine imkan tanıyacak.

Lazerler ayrıca dünya genelinde daha fazla insanın iyi sağlık hizmetlerine erişmesi gibi başka alanlarda da yardımsağlama potansiyeline sahip: Connecticut Üniversitesi'nden profesör Bahram Javidi, lazer destekli dijital holografik mikroskopi gibi yüksek teknoloji yöntemleri ile dahi özellikle tıbbi altyapının zayıf olduğu bölgelerdekullanılabilecek kadar düşük maliyetli ve sağlam malzemelerden bir hızlı kan testi cihazı üretmeyi başardı. Bir diğer nokta: Birçok insan yüksek kaliteli protezlerin maliyetlerini karşılayamıyor. Doğrudan metal şekillendirme ve metal eklemeli üretimi alanlarında kaydedilen muazzam ilerlemeler, herkes için daha uygun fiyatlı protez olanağı sunuyor.



Industrial lasers not only lead to improved medical equipment. They also mean that more people worldwide have access to good healthcare.

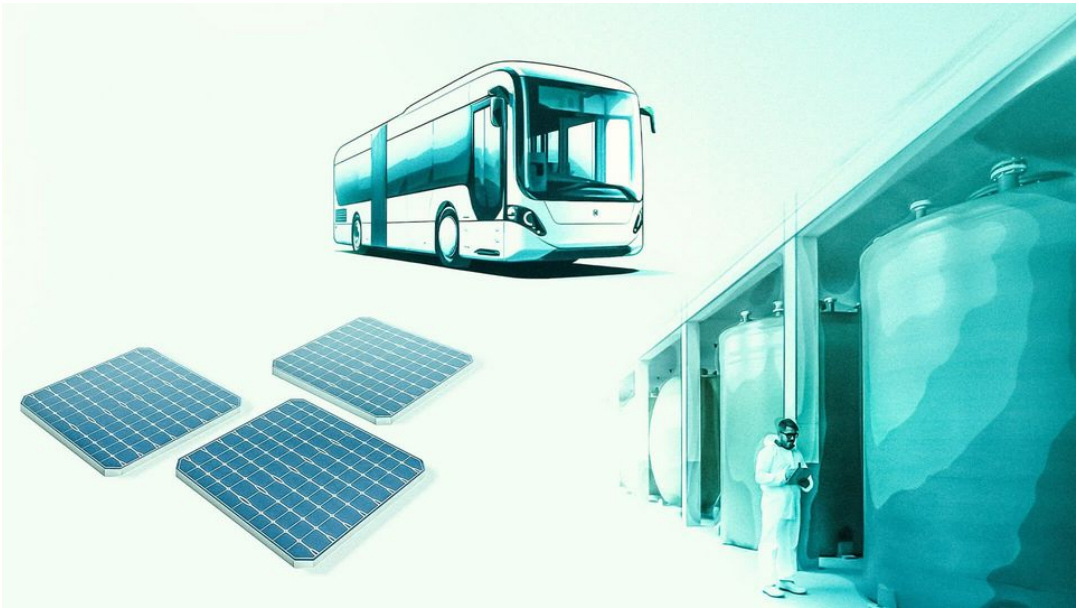
## VER□ML□ YAKIT HÜCRELER□

Enerji dönüşümü süreci, devasa fotovoltaik sistemler, rüzgar türbinleri ve hidroelektrik santralleri kurmak dahil olsa da bunların ötesine uzanır. Tüm bunların yanında, elektrik şebekesini yeni elektrik üretimine uygun ve esnek kılmak ve hidrojen gibi alternatif enerji kaynaklarını daha iyi kullanmaya yöneliktir.

Kamyonlar, inşaat makineleri veya otobüsler gibi büyük araçlar, motorlarına elektrik beslemek için örneğin hidrojen ve yakıt hücreleri gibi daha güçlü enerji depolama ünitelerine ihtiyaç duyar. PEM yakıt hücreleri (Proton Exchange Membrane) bu

alanda kullanılan iyi bir çözümdür. Bu yapı türüne ilişkin en önemli zorluk, hücre içindeki su ve gaz taşınımının uzun vadedeki veriminin korunması olarak öne çıkmaktadır. Ultra kısa palslı lazerler tam da bu noktada devreye girer: Hücre içinde fonksiyonel yapılar ve mikro delikler meydana getirirler. Bu püf noktası sayesinde PEM yakıt hücreleri daha güçlü, verimli ve uzun ömürlü hale gelir.

Yüksek verimli heterojonksiyon güneş hücreleti, iletken yollarında ve kontaklarında değerli gümüş malzeme gerektirir. Alman bir start-up firması, bu alanda gümüş yerine bakır kullanılmasını mümkün kılan bir yöntem geliştirdi. Bunun için, galvanizleme işlemlerini lazer yapılandırma ile kombine eden bir yöntemden faydalanıyorlar. Fotovoltaik ve rüzgar enerjisi santrallerinin işletmecileri, elektrik şebekelerini geceleri gündüzleri stabil tutabilmek için Redox Flow bataryaları gibi esnek ara depolama ünitelerine ihtiyaç duymaktadır. Yeni geliştirilmiş olan VCSEL tabanlı bir lazer kaynak yöntemi, bunların üretimini belirgin derecede daha ucuz hale getirmektedir.

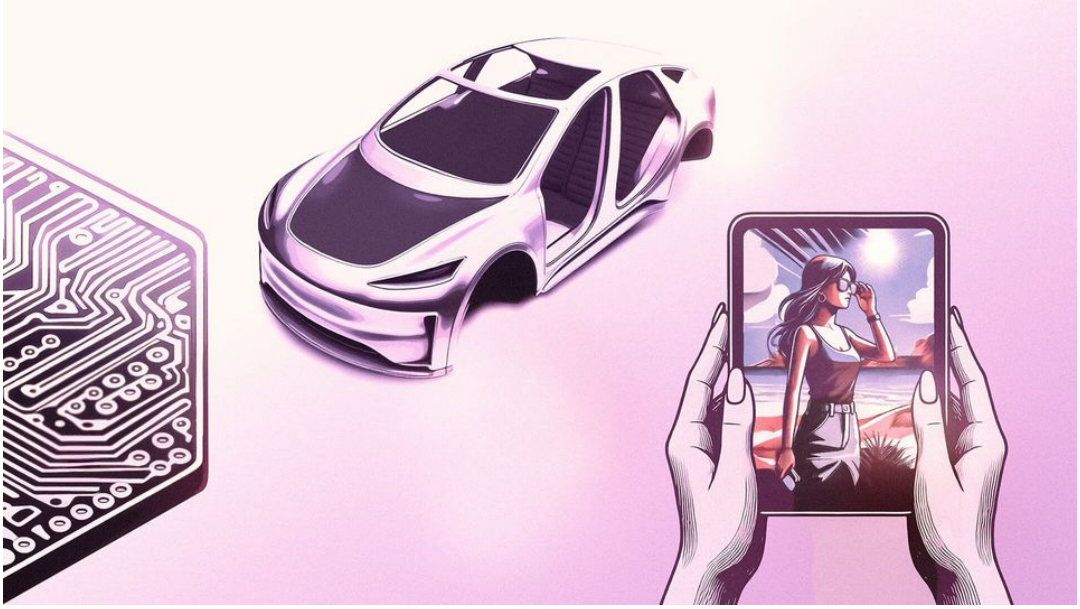


Lazer teknolojisi, verimli yakıt hücreleri, daha uygun fiyatlı fotovoltaik sistemler ve stabil elektrik şebekeleri için ara depolamaya yönelik bir araç işlevi görebilir.

## TOKS□K OLMAYAN EKRANLAR

Akıllı telefonlar, tabletler ve e-okuyuculardaki ekranlar daima optimum görüntü sağlamalıdır. Bu, parlak ışık koşullarında bile güvence altına alınmalıdır. Diğerbir ifadeyle, yansıtıcı olmamalı ve mat yapılı olmalıdırlar. Bu şimdiye kadar yalnızca ekran camını muhtemelen sektördeki en zararlı ve en tehlikeli kimyasal olarak bilinen hidroflorik aside daldırarak mümkündü. Bununla birlikte TRUMPF mühendisleri halihazırda hidroflorik asidi üretimden tamamen çıkaracak bir lazer prosesi geliştirmekle meşgul. Ekran camına uygulanan temiz, ultra kısa lazer palsları, ekran camı üzerinde toksik çubuk alternatifiyle aynı matlaştırma etkisini yaratıyor. Sonuçlar kusursuz düzeyde, geriye sadece lazer prosesini ölçeklendirmek kalıyor.

Aynı şekilde lazer yoluyla daha temiz üstesinden gelinebilecek başka alanlar da var: Bileşenler genelde yağ bulaşmış, kirli veya oksitlenmiş bir tabakaya sahip. Lazer ışınları olası kirleri buharlaştırıyor veya oksit tabakalarını basitçe gideriyor. Yalnızca birkaç temas yüzeyi söz konusuysa, lazer bunlarla özel olarak ilgileniyor. Işınla temizlik sonrasında imha edilmesi gereken kimyasal atık miktarı: Sıfır. Baskılı devre plakalarını korurken üst iletken tabakayı (genelde altın ve bakır malzemeden) aşındırmak da yaygın bir uygulama. Bu da imhası zor olan toksik atıkların üretilmesine neden olmaktadır. Ultra kısa palslar iletkenlerin etrafındaki bakır ve altın malzemeleri çıkarır. Hedefleme düzeyi öylesine yüksektir ki, altında bulunan malzemeye ısı nüfuz etmez; ayrıca, hiçbir aşındırıcı kimyasal içermez.



Işınla temizlik, ister yağ bulaşmış bileşenler, ister ışığı yansıtan akıllı telefon ekranları veya baskılı devre plakalarındaki bakır içeren taşıyıcı tabakalar için kimyasal içermeyen üretim süreçlerini mümkün kılar.

## M□KROPLAST□□E KAR□I F□LTRE

Mikroplastikler beş milimetreden daha küçük olan ve nano ölçeğe kadar inebilen parçacıklardır. Bunlar artık derin denizlerden Antarktika'ya, balıklara ve insanların kan dolaşımına kadar her yerde bulunabilmektedir. Canlı organizmalar ve ekosistemler üzerindeki etkileri henüz ayrıntılı olarak araştırılmamış olup ilk bulgular endişe verici düzeydedir. Bu noktada, mikroplastiklerin en azından atık sudan filtrelenmesi ve genel kirliliğin azaltılması yönünde atılabilecek birçok adım mevcut durumda. Maalesef mikroplastikler adı üzerinde son derece küçük bir yapıya sahip. Bu noktada, kullanılacak filtrelerdeki deliklerin de buna uygun küçüklükte olması gerekiyor. Şirketler ile bilim insanlarından oluşan bir konsorsiyum, ultra kısa palslı lazer aracılığıyla siklon filtre olarak adlandırılan bir filtrenin üretimi için on milyonlarca delik açmayı başardı. Süreci daha ekonomik hale getirmek için lazer ışınını bölerek ilerlediler ve eşzamanlı olarak yüzden fazla delik açtılar. Filtre, on mikrometreden daha büyük ölçüye sahip plastik parçacıkları yakalayabiliyor.

Avrupa'daki araştırma merkezleri, üniversiteler, şirketler ve tarım birliklerinden oluşan bir ağ, lazerle yabani ot kontrolüne yönelik bir prototip geliştirdi: Otonom araçta bulunan yapay zeka destekli görüntü tanıma özelliği, tarladaki yabani otları tespit edebiliyor. Fiber lazer kaynağından milimetrik hassasiyette sağlanan bir enerji palsı yabani otların giderilmesi için yeterli oluyor. Lazer teknolojisi ayrıca bir tavuk yumurtasının cinsiyetini tanımlamak için de faydalı olabilir. Soru şu: Horoz mu tavuk mu? Yanıtı önemli. Zira tüm erkek civcivlerin canlı canlı parçalanması sektörde kullanılan yaygın bir uygulama. Otomatik bir lazer yöntemi, hayvanların cinsiyetini yumurtadaki embriyolardan tespit ederek artık bu zulme bir son veriyor.

Global warming poses a key threat to our ecosystems, yet there remain many other “classic” conservation and animal welfare issues to be resolved in areas such as agriculture, livestock rearing and marine pollution.

**GABRIEL PANKOW**
LAZER TEKNOLOJISI SÖZCÜSÜ