

E-sigaralar ve zarar azaltımı miti: Kanıtlara dayalı eleştirel bir inceleme

E-cigarettes and the myth of harm reduction: A critical evidence review

Ayşe Turan¹, Çiğdem Erhan²

¹Seyhan Devlet Hastanesi, Sigara Bırakma Kliniği, Adana, Türkiye

²Seyhan Devlet Hastanesi, İç Hastalıkları Kliniği, Adana, Türkiye

Öz

Bu derleme, tütün ve nikotin endüstrisinin “zarar azaltımı” söylemini tarihsel, toksikolojik, davranışsal ve çevresel boyutlarıyla inceleyerek elektronik sigaraların tütün kontrolünde gerçek bir zarar azaltma aracı olarak değerlendirilip değerlendirilemeyeceğini sorgulamayı amaçlamaktadır.

Anlatısal ve analitik nitelikte kurgulanan bu derlemede PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarının yanı sıra WHO, ERS, CDC gibi kurumların raporları 2010–2025 yılları arasında yayımlanan İngilizce çalışmalar taranmıştır. Arama sırasında “electronic cigarettes”, “vaping”, “electronic nicotine delivery systems (ENDS)”, “heated tobacco products”, “nicotine pouches”, “harm reduction”, “dual use”, “youth initiation”, “tobacco industry” terimleri; ayrıca solunum sistemi etkilerini yakalamak amacıyla “lung”, “pulmonary”, “airway”, “respiratory”, “EVALI” ve “vaping-associated lung injury” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Zarar azaltma lehine sonuç bildiren çalışmalar, bağımsız araştırmalarla eleştirel biçimde karşılaştırılmıştır.

Tarihsel olarak tütün, “daha az zararlı/koruyucu ürün” söylemi üzerinden meşrulaştırılmış; bu örüntü günümüzde e-sigara, ısıtılmış tütün ürünleri, snus ve nikotin poşetleri için benzer biçimde yeniden üretilmektedir. E-sigara aerosolünde bazı toksik kimyasalların klasik sigaraya göre daha düşük olmasına karşın cihaz ve likit heterojenliği, nikotin tuzlarının yüksek bağımlılık potansiyeli ve aromaların biyolojik etkileri ürünlerin gerçek toksikolojik profilinin belirsizliğini sürdürmektedir. Kohort çalışmaları ve meta-analizler, e-sigara kullanımının sigara bırakma olasılığını artırmadığını, çift kullanımı ve uzamış nikotin bağımlılığını desteklediğini göstermektedir. Gençlerde e-sigara kullanımının sigaraya başlama riskini yaklaşık 3,5–4 kat artırdığı, pasif maruziyetin özellikle çocuklar için anlamlı bir sağlık tehdidi oluşturduğu saptanmıştır. Tek kullanımlık e-sigaralar, lityum piller ve karma materyal yapılarıyla yeni bir elektronik atık ve çevresel toksisite kaynağı haline gelmektedir.

Mevcut kanıtlar, e-sigaraların tütün kontrolü alanında geniş ölçekte güvenilir bir zarar azaltma aracı olarak benimsenmesini desteklememektedir. Ürün standardizasyonunun yokluğu, bağımlılık riskinin artışı, gençlik

✉ Ayşe Turan • ayseturan4438@gmail.com

Geliş tarihi / Received: 28.11.2025 **Kabul tarihi / Accepted:** 30.03.2026 **Yayın tarihi / Published:** 28.04.2026

Telif hakkı © 2026 Yazar(lar). Sağlığı Geliştirme ve Sigara ile Mücadele Derneği tarafından yayımlandı. Açık erişimli bu makale, orijinal çalışmaya uygun şekilde atıfta bulunulması koşuluyla, herhangi bir ortamda veya formatta sınırsız kullanım, dağıtım ve çoğaltmaya izin veren [Creative Commons Atıf Lisansı \(CC BY\)](#) ile dağıtılmıştır.

Copyright © 2026 The Author(s). Published by The Society for Health Promotion and Tobacco Control. This is an open access article distributed under the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium or format, provided the original work is properly cited.

kullanımındaki artış, çift kullanım ve çevresel yük dikkate alındığında, politika geliştirme süreçlerinde endüstri kaynaklı iyimser söylemler yerine çıkar çatışmalarından arındırılmış, metodolojik olarak güçlü bağımsız kanıtların esas alınması gerekmektedir. E-sigaraların tütün kontrolünde rutin bir zarar azaltma aracı olarak önerilmesinin, gençlik kullanımı, çift kullanım ve çevresel atık yükü gibi riskler göz önüne alındığında halk sağlığı açısından temkinle değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar kelimeler: elektronik sigaralar, tütün zarar azaltımı, ısıtılmış tütün ürünleri, nikotin bağımlılığı, çift kullanım, e-sigara akciğer

ABSTRACT

This review aims to examine the tobacco and nicotine industry's "harm reduction" narrative through historical, toxicological, behavioral, and environmental dimensions, and to critically evaluate whether electronic cigarettes can genuinely be considered a harm-reduction tool within tobacco control.

This review was designed as a critical narrative and analytical synthesis. A structured literature search was conducted in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases to identify English-language studies published between 2010 and 2025. The search strategy included the terms "electronic cigarettes," "vaping," "electronic nicotine delivery systems (ENDS)," "heated tobacco products," "nicotine pouches," "harm reduction," "dual use," "youth initiation," and "tobacco industry." To capture respiratory health outcomes, additional keywords such as "lung," "pulmonary," "airway," "respiratory," "EVALI," and "vaping-associated lung injury" were incorporated.

Studies reporting findings in favor of harm reduction, particularly those funded by or affiliated with the tobacco or nicotine industry, were critically appraised and systematically contrasted with independent research to assess potential sources of bias and divergence in interpretation.

Historically, tobacco has been legitimized through narratives suggesting it is a "less harmful" or even "protective" product—an approach that is currently replicated for e-cigarettes, heated tobacco products, snus, and nicotine pouches. Although some toxic chemicals in e-cigarette aerosol appear lower than those in combustible cigarettes, device and liquid heterogeneity, the high addiction potential of nicotine salts, and the biological effects of flavorings sustain significant uncertainty regarding their true toxicological profile. Cohort studies and meta-analyses indicate that e-cigarette use does not increase smoking cessation success; rather, it promotes dual use and prolonged nicotine dependence. Among youth, e-cigarette use increases the likelihood of subsequent cigarette smoking by approximately 3.5–4 times, and passive exposure—especially among children—poses measurable health risks. Additionally, disposable e-cigarettes, lithium batteries, and mixed material components contribute to a growing source of electronic waste and environmental toxicity.

Current evidence does not support the widespread adoption of e-cigarettes as a reliable harm-reduction tool within tobacco control. Given the absence of product standardization, increased addiction risk, rising youth uptake, persistence of dual use, and mounting environmental burden, policy development should prioritize independent, methodologically robust evidence over industry-driven optimistic claims. Overall, the review highlights the need for precautionary regulatory approaches that prioritize youth protection, environmental safeguards, and independence from industry influence.

Keywords: electronic cigarettes, tobacco harm reduction, heated tobacco products, nicotine dependence, dual use, e-cigarette lung

Giriş

Tütün, 1492'de Kristof Kolomb'un Amerika'dan Avrupa'ya getirdiği yaprak ve tohumlarla Yeni Dünya dışına taşmış, kısa sürede küresel dolaşıma girmiştir. 1500'lerin başından itibaren Osmanlı

İmparatorluğu üzerinden Orta Doğu'ya; Japonya ve Filipinler üzerinden Doğu Asya'ya; Portekiz ve İspanyol ticaret ağları aracılığıyla Afrika'ya hızla yayılmıştır. 1560'ta Jean Nicot'nun tütünü Fransa sarayına "şifalı bitki" olarak sunması, hem

migrene hem de veba salgınlarına karşı koruyucu olduğuna dair inançların yerleşmesine yol açmış; bu durum tütünün hem aristokrasi hem de halk arasında hızla benimsenmesini kolaylaştırmıştır.^{1,2}

17. yüzyılda tütün, afyon gibi psikoaktif maddeler ve şeker gibi yüksek ödüllendirici tüketim ürünleriyle birlikte, salgın hastalık korkularının etkisiyle “koruyucu kullanım” kategorisinde görülmüş; böylece tütün tüketimi yalnızca ticari değil, aynı zamanda sosyokültürel bir pratik hâline gelmiştir.³ Bu tarihsel “koruyucu etki” algısı, 20. yüzyılda tütün endüstrisinin stratejik pazarlama sistemi için elverişli bir zemin oluşturmuştur. 1950’lerde sigara–akciğer kanseri ilişkisinin bilimsel olarak ortaya konması üzerine filtrelili, “düşük katranlı”, “light” veya “mild” olarak sunulan ürünler, “daha az zararlı” oldukları iddiasıyla piyasaya sürülmüş; ancak bu söylem önemli bir halk sağlığı yanığı yaratarak ciddi hastalık ve ölüm yüküne katkıda bulunmuştur.⁴

Bahsedilen tarihsel örüntü günümüzde yeniden üretilmektedir. Elektronik sigaralar (e-sigara), ısıtılmış tütün ürünleri ve nikotin poşetleri “daha az zararlı alternatifler” söylemiyle pazara sunularak modern bir zarar azaltımı hikâyesinin araçları hâline getirilmiştir.⁴⁻⁶

Elektronik sigaraların zarar düzeyine ilişkin literatürde yer alan çalışmaların yazarları arasında geçmişte tütün veya nikotin endüstrisiyle finansal ilişkileri olduğu bildirilen araştırmacıların bulunması, bu alandaki kanıtların çıkar çatışması perspektifinden değerlendirilmesi gerekliliğini gündeme getirmiştir.⁷⁻¹¹ Özellikle 2014 yılında yayımlanan ve elektronik sigaraların yanıcı sigaralara kıyasla “%95 daha az zararlı” olduğu yönündeki tahmin, metodolojik zayıflıkları ve çıkar çatışması/finansman tartışmaları nedeniyle yoğun biçimde eleştirilmiştir.¹² Oysa bilimsel kanıtlar, e-sigaraların “zararsız buhar” ürettiği yönündeki iddialarla uyumlu değildir. Aerosolde bazı toksik kimyasalların yanıcı sigaralara kıyasla daha düşük düzeyde bulunması, ürünün

güvenli olduğu anlamına gelmemektedir; cihaz heterojenliği, nikotin tuzlarının yüksek bağımlılık yapıcı potansiyeli ve aromaların biyolojik etkileri gerçek risk profilini belirsiz kılmaya devam etmektedir.

Bu çalışma, tütün ve nikotin endüstrisinin “zarar azaltımı” söylemini tarihsel, toksikolojik, davranışsal ve çevresel boyutlarıyla irdeleyen anlatsal ve analitik bir derleme olarak kurgulanmıştır. Sistematik bir meta-analiz ya da protokole dayalı sistematik derleme yürütülmemiştir; ancak literatür taraması önceden belirlenmiş bir arama stratejisine dayanmıştır.

Literatür Taraması ve Tematik Analiz

PubMed, Scopus ve Web of Science veri tabanlarında 2010–2025 yılları arasında yayımlanan İngilizce çalışmalar taranmıştır. Arama sırasında “electronic cigarettes”, “vaping”, “electronic nicotine delivery systems (ENDS)”, “heated tobacco products”, “nicotine pouches”, “harm reduction”, “dual use”, “youth initiation”, “tobacco industry” terimleri; ayrıca solunum sistemi etkilerini yakalamak amacıyla “lung”, “pulmonary”, “airway”, “respiratory”, “EVALI” ve “vaping-associated lung injury” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Çalışmaya; elektronik sigaralar ve ilişkili ürünlerin zarar azaltımı söylemi, sigara bırakma etkisi, solunum sistemi sonuçları, toksikolojik bulgular veya halk sağlığı etkileri ile doğrudan ilişkili sistematik derlemeler, meta-analizler, randomize kontrollü çalışmalar, kohort/gözlemsel araştırmalar ve konuya analitik katkı sunan görüş yazıları dâhil edilmiştir. Yalnızca ürün mühendisliği odaklı, sağlık çıktısı içermeyen teknik çalışmalar, nikotin dışı bağımlılık araştırmaları, hakemli olmayan raporlar ve konu kapsamı dışında kalan yayınlar dışlanmıştır. Zarar azaltımı lehine sonuç bildiren yayınlarda yazarların/çalışmaların olası endüstri finansmanı metin içinde belirtilmiştir.

İlk tarama sonucunda 3.554 kayıt elde edilmiştir. Tekrar eden kayıtların çıkarılması ve başlık-özet düzeyinde yapılan ön eleme sonrasında 84 çalışma tam metin incelemesine alınmıştır. Tam metin değerlendirmesi sonucunda dışlama kriterlerini karşılayan yayınlar çıkarılmış; nihai olarak 49 çalışma değerlendirmeye dâhil edilmiştir. Değerlendirmeye alınan 49 çalışmanın finansman kaynakları ve çıkar çatışması beyanları incelendiğinde; 6 çalışmanın yazarları arasında endüstriyle geçmişte finansal ilişkisi bulunan araştırmacılar olduğu belirlenmiş ve bu çalışmaların bulguları metin içinde ‘yüksek yanlılık riski’ notuyla eleştirel bir süzgeçten geçirilmiştir.

Tartışma

Zarar azaltma yaklaşımı, halk sağlığında tamamen ortadan kaldırılamayan riskli davranışların yol açtığı zararları minimize etmeyi hedefleyen; bulaşıcı hastalıkların önlenmesinden madde kullanım bozukluklarının yönetimine kadar pek çok alanda uzun süredir uygulanan köklü bir yöntemdir. Bu çerçevede enjektör değişim programları veya prezervatif kullanımı gibi müdahaleler, riskli davranışın kendisini ortadan kaldırmaya da enfeksiyon ve bulaş riskini azaltarak net bir koruyucu etki sağlar.² Buna karşın e-sigaraların “zarar azaltma aracı” olarak sunulması önemli bir çelişki barındırmaktadır. Temiz enjektör bireyi yeni bir bağımlılık döngüsüne sokmazken, e-sigaralar nikotine hiç maruz kalmamış bireyleri bağımlılıkla tanıştırmakta veya mevcut nikotin bağımlılığını sürdüren bir araç hâline gelebilmektedir. Üstelik klasik zarar azaltma müdahalelerinin arkasında ticari bir lobi faaliyeti ya da düzenlemeleri sabote etmeye yönelik sistematik bir çaba bulunmazken, e-sigaralar yoğun pazarlama stratejileri, siyasi etki girişimleri ve agresif tanıtım kampanyalarıyla desteklenmektedir. Temiz enjektör gibi müdahaleler gizlilik içinde uygulanabilirken;

e-sigaraların yüksek görünürlüğü, sosyal taklit mekanizmasını tetikleyerek özellikle gençlerde merak ve başlama davranışını artırmaktadır.^{2,4,13}

E-sigara cihazlarının doğası gereği son derece heterojen olması cihaz tasarımı, voltaj ve watt ayarları, ısı üretim mekanizması, coil materyali, likit bileşimi, rezervuar yapısı ve kullanılan nikotin formu gibi çok sayıda teknik değişkenin sürekli farklılık göstermesi bu ürünlerin gerçek toksikolojik profilinin belirlenmesini güçleştirmektedir.¹⁴ Ayrıca çekim sıklığı, çekim gücü, likit içeriğinin özelleştirilebilmesi ve kullanıcı davranışına bağlı yoğun ısı üretimi gibi faktörler aerosol kimyasını önemli ölçüde değiştirmekte; bu durum hem laboratuvar sonuçlarının genellenmesini hem de gerçek hayattaki maruziyet düzeylerinin öngörülmesini oldukça zorlaştırmaktadır.^{2,14}

Tütün ve nikotin endüstrisi, e-sigaraları birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü nesil cihazlar olarak sınıflandırmakta; her yeni nesilde ürünleri daha kompakt, daha gizlenebilir, daha özelleştirilebilir ve nikotin teslimi açısından daha etkili hale getirmektedir.⁸ Bu teknolojik evrimin toksikolojik karşılığı incelendiğinde, birinci nesil cihazların nispeten düşük batarya gücü ve sınırlı nikotin aktarımı sağladığı; buna karşın dördüncü nesil pod sistemlerinde kullanılan nikotin tuzlarının, serbest baz nikotine kıyasla çok daha yüksek bağımlılık potansiyeli oluşturduğu gösterilmiştir.¹³⁻¹⁵ Dördüncü nesil pod sistemlerinde yaygınlaştırılan nikotin tuzları, daha yüksek nikotin konsantrasyonlarının kullanılmasına olanak tanımakta ve buharın boğaz tahrişini azaltarak daha kolay inhalasyon sağlamaktadır; bu durum nikotin emilimini hızlandırarak bağımlılık potansiyelini belirgin biçimde artırmaktadır. Sentetik nikotinin “tütünsüz” izlenimi yaratması ise başka bir algı yönetimi stratejisi olarak ürünün gerçek toksisite profilini perdeleyen yanıltıcı bir uygulama olarak değerlendirilmektedir.^{2,16}

Nikotin,bağımlılıkyapan temelfarmakolojikmadde olup kullanılan ürünün nikotin konsantrasyonuna (mg/mL), nikotin formuna (serbest baz vs. nikotin tuzu) ve kaynağına (tütün türevi vs. sentetik) göre önemli farklılıklar göstermektedir. Bazı e-sigara sıvıları (e-likit) gerçekten nikotin içermese de popüler ürünlerin büyük bölümü 6–24 mg/mL arasında, bazı konsantre likitler ise 100 mg/mL'ye varan nikotin seviyeleri içerebilmektedir.¹⁷ Bununla birlikte ürün çeşitliliği ve düzenleyici denetimin yetersizliği nedeniyle “nikotinsiz” etiketinin güvenilir olmadığı, çeşitli analizlerde bu şekilde etiketlenen likitlerin anlamlı bir kısmında ölçülebilir düzeyde nikotin tespit edildiği bildirilmiştir.¹⁸⁻²¹

E-likitlerde temel taşıyıcı bileşenleri olan propilen glikol (PG) ve bitkisel gliserol (VG), gıda ürünlerinde ağızdan alım için güvenli kabul edilse de, bu maddelerin solunmasının güvenli olmadığı bilinmektedir.² Bu durum, un fabrikasında çalışan işçilerin havadaki ince un partiküllerine maruz kaldıklarında akciğer sorunları yaşamalarına karşın, undan yapılan ekmeğin ağızdan alındığında zarar vermemesine benzer bir mekanizmaya işaret etmektedir. E-likitlerde yaygın kullanılan PG:VG oranları 70:30, 50:50 ve 30:70 olup, her iki bileşenin de higroskopik (nem çekici) özelliği nedeniyle kullanıcılar sıklıkla ağız ve boğaz kuruluğundan şikâyet etmektedir. PG ve VG'nin ısıtılması sırasında ortaya çıkan termal bozunma ürünleri, formaldehit başta olmak üzere çeşitli reaktif ve toksik karbonil bileşiklerinin aerosole salınmasına neden olmaktadır.^{2,22-25} E-likitlerde yalnızca PG, VG ve aromalar bulunmamakta; alkol, gıda sınıfı yağlar ve kannabinoidler gibi maddeler de yer alabilmektedir. Özellikle Δ9-Tetrahidrokannabinol (THC) içeren likitlerde kıvam verici ya da çözücü olarak vitamin E asetatı, palm çekirdeği yağı ve hindistan cevizi yağı gibi lipit türevleri kullanılmaktadır. Bu yağ bazlı maddelerin solunması, literatürde tanımlandığı üzere lipit pnömonisi bulgularına yol açabilmekte ve özellikle vitamin E asetatının EVALI (E-cigarete

or Vaping Product Use–Associated Lung Injury) vakalarıyla ilişkili olduğu rapor edilmektedir.^{2,26}

Bu veriler, e-sigaraların belirgin biçimde daha düşük riskli olduğu ve zarar azaltımı kapsamında güvenli bir alternatif oluşturduğu yönündeki savların (Bates, 2021) mevcut toksikolojik ve klinik belirsizlikler ışığında yeterince desteklenmediğini düşündürmektedir.²⁷

Endüstri odaklı pazar analizlerine göre, küresel e-sigara pazarının 2022'de yaklaşık 22,5 milyar ABD doları büyüklüğünde olduğu; 2028 yılına kadar yaklaşık 47 milyar ABD dolarına ulaşarak yıllık ortalama %13,5 düzeyinde bir büyüme göstermesinin öngörüldüğü bildirilmektedir.²⁸ Bu durum sektörün kârlılığı sürdürebilmek için yeni kullanıcı kazanımına yönelik pazarlama ve ürün çeşitlendirme motivasyonunun güçlü olduğunu düşündürmektedir.

Bu ekonomik büyüme bağlamında, ergenler ve sigara içmemiş bireyler arasında e-sigara deneme davranışıyla ilişkili faktörler arasında merak duygusu, aroma çeşitliliği ve sosyal medya dâhil olmak üzere çeşitli tanıtım ve içeriklere maruziyetin yer aldığı belirtilmiştir.²⁹ Meta-analizler, e-sigara kullanan gençlerde daha sonraki dönemde yanıcı sigaraya başlama olasılığının, kullanmayanlara kıyasla yaklaşık 3,5–4 kat daha yüksek olduğunu göstermektedir.³⁰ Wang ve arkadaşları (2019), ABD'de ortaokul ve lise öğrencileri arasında e-sigaranın en yaygın kullanılan nikotin ürünü olduğunu; son 30 gün içinde en az 20 gün e-sigara kullandığını bildiren gençlerin varlığının, e-sigara kullanımının yaygın ve süreklilik gösteren bir davranış haline geldiğini ortaya koymuştur.²⁹ Hiç tütün ya da nikotin ürünü kullanmamış bireylerin e-sigara kullanıcıları arasında başlangıçta görece küçük bir grubu oluşturduğu sıklıkla ileri sürülmekte ve e-sigaraların esas olarak sigara içen yetişkinlere yönelik olduğu savunulmaktadır. Ancak Maziak (2014), bu yaklaşımın yanıltıcı olabileceğini; başlangıçta sınırlı görünen bu kullanıcı grubunun

zamanla nikotin kullanımının yaygınlaşmasına ve daha geniş bir halk sağlığı sorununa zemin hazırlayabileceğini vurgulamaktadır.¹³

E-sigara ürünlerinin çekiciliğini artırmak için eklenen aromalar, ödül ve motivasyonla ilişkili mezokortikolimbik devreyi aktive ederek ürünün bağımlılık potansiyelini güçlendirmektedir. İlk kullanımda hoş bir duyuşsal deneyim oluşturan aromalar, düzenli kullanımın sürdürülmesini kolaylaştırmaktadır. Nitekim 18–70 yaş arası 1005 Yeni Zelandalı yetişkin üzerinde yapılan bir araştırmada, e-sigara kullanımının temel nedenlerinden birinin aroma tercihleri olduğu bildirilmiştir.²⁰ Aromaların yalnızca davranışsal etkileri değil, biyolojik etkileri de dikkate değerdir. Tarçın, mentol, mango ve nane gibi yaygın kullanılan aromaların inflamasyonu artırabildiği çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.²

Ayrıca, aerosolün akciğer hücrelerinde sitotoksisteye yol açtığı; akut ve kronik inflamasyonu tetiklediği; bağışıklık yanıtını zayıflattığı; mukosilyer klirensi bozduğu ve oksidatif stres ile DNA hasarını artırdığını vurgulayan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Hava yolu epiteli akciğerin ilk savunma hattını oluşturur ve bütünlüğü büyük ölçüde E-cadherin, claudin ve occludin gibi tight junction proteinlerine bağlıdır. Güncel veriler, e-sigara aerosolünün bu temel bariyer proteinlerinin ekspresyonunu azalttığını, hücre-hücre bağlantılarını zayıflatarak epitel geçirgenliğini belirgin şekilde artırdığını göstermektedir.^{31,32} Aldehitler ve metal partiküllerinin de benzer şekilde bariyer stabilitesini bozduğu bildirilmiştir.³³ Ayrıca diacetyl içeren aromalar, hücre morfolojisini değiştirerek antiviral yanıtı zayıflatmakta ve SARS-CoV-2'ye duyarlılığı artırmaktadır.³⁴ Oksidatif stres, e-sigara aerosolünün epitel hücrelerinde oluşturduğu hasarın önemli mekanizmalarından biri olup, DNA hasarı, lipid peroksidasyonu ve mitokondriyal disfonksiyon gibi çok katmanlı hücresel süreçleri tetiklemektedir.³⁵ Ramirez

ve ark. (2020), JUUL maruziyetinin platelet aktivasyonunu artırarak tromboz riskini yükselttiğini göstermiştir³⁶; bu bulgular elektronik sigaraların kardiyovasküler açıdan güvenli olduğu yönündeki söylemleri sorgulanmasına neden olmaktadır. Aromalı e-sigara kimyasallarının (cinnamaldehyde, vanillin ve diacetyl gibi) nikotinden bağımsız olarak bronş epitel hücrelerinde belirgin ROS (Reaktif Oksijen Türleri) artışı ve oksidatif stres oluşturduğu, hücresel antioksidan kapasiteyi bozduğu gösterilmiştir.³⁷ Bu durum, aromalı ürünlerin "daha masum" olduğu yönündeki algıyı doğrudan çürütmektedir. Mukosilyer klirens, inhalasyon yoluyla alınan partikül ve patojenlerin uzaklaştırılmasında temel bir savunma mekanizmasıdır. Aromasız e-sigara aerosolüne maruz bırakılan hava yolu epitelinde siliya uzunluğunda ve yoğunluğunda azalma, 9+2 aksonemal mikrotübül yapısında ultrastrüktürel bozulma ve bazı alanlarda tam siliya kaybı geliştiğini göstermiştir. Bu yapısal değişikliklere paralel olarak ciliary beat frequency (CBF) ve siliyaların koordineli hareketinde anlamlı düşüş saptanmış; sonuç olarak mukosilyer temizliğin belirgin şekilde zayıfladığı ortaya konmuştur.³⁸ Mevcut çalışmalar, e-sigara aerosolünün hava yolu epitelinde IL-6, IL-8 ve TNF- α gibi proinflamatuvar sitokinlerde artışa yol açtığını ve epitel bariyer bütünlüğünü bozabileceğini göstermektedir.² Bu durum, enfeksiyon duyarlılığını artırabilecek kronik inflamatuvar bir mikroçevre oluşumuna katkı sağlayabilir.

Yine yukarıda bahsedilen EVALI olguların büyük çoğunluğunda dispne, öksürük, göğüs ağrısı, ateş, buna sıklıkla eşlik eden bulantı, kusma, karın ağrısı gibi gastrointestinal belirtiler ile hızla ilerleyen hipoksi geliştiğini ve hastaların önemli bir kısmının yoğun bakım ihtiyacı doğurduğunu, özellikle çocuk ve genç erişkinlerde EVALI'nin çoğunlukla ani başlangıçlı ve saatler ile günler içinde hızla ilerleyen bir solunum yetmezliği tablosu oluşturabildiğini; hastaların önemli bir bölümünde ileri düzey oksijen desteği veya

mekanik ventilasyon gereksinimine yol açabildiği bildirilmiştir.³⁹ Deneysel çalışmada fareler, sekiz aylık bir maruziyet protokolü kapsamında üç farklı gruba ayrılarak nikotinli e-sigara buharı, nikotin içermeyen e-sigara buharı ve temiz hava koşullarına tabi tutulmuştur. Maruziyet sürecinin tamamlanmasının ardından bronkoalveoler lavaj sıvısı ve akciğer dokusu örnekleri incelenmiş; nikotinli e-sigara buharına maruz bırakılan grupta, her iki örnekte de inflamatuvar hücre sayısının diğer gruplara göre belirgin biçimde arttığı saptanmıştır. Özellikle lenfosit infiltrasyonundaki belirgin yükseliş dikkat çekmiştir.³² Bu bulgular, nikotinin e-sigara aerosolüne bağlı inflamatuvar yanıt potansiyelini artırdığını ve kronik akciğer hastalıklarının patogeneğinde rol oynayabilecek yapısal değişikliklere katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir. Herman ve Tarran (2020), e-sigara aerosolünün akciğerde oluşturduğu epitel hasarı ve inflamasyonun, nikotinin merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileriyle birlikte çok katmanlı bir patofizyolojik yanıt oluşturabileceğini; bu sürecin akciğer-beyin eksenini üzerinden sistemik biyolojik etkilerle ilişkili olabileceğini ileri sürmektedir.⁴⁰ E-sigara kaynaklı akciğer hasarının yalnızca lokal bir solunum problemi olmadığını, aksine kardiyovasküler ve nörovasküler sistemler dâhil çoklu organ sistemlerini etkileyebilen sistemik bir hastalık çerçevesi oluşturduğunu göstermektedir. Sahu ve ark. (2023), e-sigara aerosolünde bulunan reaktif karbonil bileşiklerinin genotoksik potansiyeline dikkat çekerek, vaping maruziyeti sonrasında DNA zincir kırıkları, baz modifikasyonları ve DNA adduct oluşumu bildiren çalışmalar bulunduğunu belirtmektedir.⁴¹ Her ne kadar e-sigara kullanımı ile kanser gelişimi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan uzun dönemli epidemiyolojik veriler henüz sınırlı olsa da, mevcut toksikolojik ve mekanistik bulgular bu ürünlerin genotoksik potansiyeline işaret etmekte ve kanser riskine ilişkin endişelerin bilimsel olarak göz ardı edilemeyeceğini düşündürmektedir.

E-sigara kullanımının sigara bırakmayı kolaylaştırdığı ve bu nedenle zarar azaltmaya katkı sunduğu yönündeki iddialar güçlü bir bilimsel temele sahip değildir. Mevcut derlemeler, bu konuda yeterli kanıt olmadığını bildirmektedir.⁴² “Electronic cigarette use and smoking cessation in cohort studies and randomized trials: A systematic review and meta-analysis” başlıklı kapsamlı derleme, e-sigara kullanımının bırakma üzerindeki etkisini hem randomize kontrollü çalışmalar (RCT) hem de longitudinal kohort verileri üzerinden incelemiştir. RCT’lerde belirli koşullar altında e-sigara kullanımının bırakmaya yardımcı olabileceğine dair sınırlı ve bağlama duyarlı bulgular bulunmakla birlikte, gerçek yaşam koşullarını daha iyi temsil eden kohort çalışmalarında e-sigara kullanımının sigara bırakma olasılığını artırmadığı; aksine bırakmayı zorlaştırdığı gösterilmiştir. Kohort verileri, e-sigara kullanıcılarında çift kullanımın yaygın olduğunu, nikotin bağımlılığının sürdüğünü ve bırakma motivasyonunun zayıfladığını ortaya koymaktadır. Belirtilen derlemenin yazarları nüfus düzeyinde e-sigara kullanımının sigara bırakmayı teşvik eden bir araç olarak işlev görmediğini; aksine bağımlılık süresini uzatan bir modele işaret ettiğini vurgulamıştır.⁴³

E-sigara kullanımının akciğer hasarı bağlamında değerlendirildiğinde, yanıcı sigaralara kıyasla bazı toksik kimyasalların daha düşük düzeylerde bulunması, bu ürünlerin “zarar azaltımı” çerçevesinde güvenli kabul edilmeleri için yeterli değildir. Zarar azaltımı yaklaşımında temel ölçüt, toplam maruziyet yükünün anlamlı ve sürdürülebilir biçimde azalması ve yeni risk alanlarının ortaya çıkmamasıdır. Oysa e-sigara aerosolünde saptanan reaktif karbonil bileşikleri, ağır metaller, aroma kaynaklı sitotoksik kimyasallar ve yüksek bağımlılık potansiyeline sahip nikotin tuzları birlikte değerlendirildiğinde, maruziyet profilinin yalnızca niceliksel olarak değil, niteliksel olarak da değiştiği; bazı durumlarda yeni patofizyolojik süreçlerin tetiklenebildiği görülmektedir. Bu bulgular, “daha az zararlı”

söyleminin temkinli ve eleştirel bir bilimsel değerlendirme gerektirdiğini göstermektedir. Nitekim Hendlin ve ark. (2019), e-sigaralarla ilgili literatürde çıkar çatışmasının çalışma sonuçlarının yorumlanmasını etkileyebildiğini ve endüstri bağlantılı çalışmaların daha olumlu sonuç bildirme eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur.⁴⁴

Zarar azaltma söylemi yalnızca bireysel sağlık açısından değil, çevresel etkiler bakımından da ciddi bir yanılma yaratmaktadır. E-sigaralar; tek kullanımlık plastik gövdeleri, lityum pilleri, nikotin kalıntılı kartuşları ve elektronik atık üretimini artıran hibrit materyal yapıları nedeniyle klasik sigaralardan daha çevreci değildir. Özellikle dünya genelinde hızla yayılan tek kullanımlık e-sigaralar, metal-plastik-pil kombinasyonu nedeniyle geri dönüşümü pratikte mümkün olmayan bir atık profiline sahiptir.^{45,46} Yanlış şekilde atılan lityum piller yangın riskini artırmakta, toprağı ve suyu kirletmekte ve ağır metal yükünü çevreye taşımaktadır. Tıpkı sigara izmaritlerinin mikroplastik ve toksik kalıntılar bırakması gibi, e-sigaralar da nikotin, ağır metal ve organik solvent bulaştıran yeni nesil toksik atık kaynağı hâline gelmiştir. Bu nedenle e-sigaralar, ne bireysel sağlık ne de çevresel sürdürülebilirlik açısından gerçek bir “zarar azaltma” örneği oluşturmamakta; yalnızca zararın biçimini ve görünürlüğünü değiştirmektedir.⁴⁵⁻⁴⁷

Endüstrinin manipülasyon taktiklerinden biri de e-sigara aerosolünde yanma olmadığı için karbonmonoksit oluşmadığını, dolayısıyla ortaya çıkan aerosolün zararsız “su buharı” olarak kabul edilebileceğini iddia etmektir. Oysa Protano ve arkadaşlarının pasif e-sigara maruziyetini inceleyen çalışması bu söylemi doğrudan çürütmektedir. Araştırma, e-sigara kullanılan kapalı ortamlarda havadaki nikotin, ince partiküller ve uçucu organik bileşiklerin anlamlı biçimde arttığını; bu ortamlarda bulunan bireylerin idrarında nikotin gibi nikotin biyobelirteçlerinin

yükseldiğini göstermiştir.⁴⁸ Ayrıca ebeveynlerin önemli bir bölümünün e-sigarayı evde veya araç içinde kullandığı ve bu maruziyetin çocukları için potansiyel risk oluşturduğunun farkında olmadığı belirtilmektedir. 2010–2024 yılları arasında yayımlanan 33 çalışmayı kapsayan kapsamlı inceleme, çocukların pasif e-sigara buharına maruziyetinin solunum, bağışıklık, büyüme ve nörolojik alanlarda olumsuz etkiler gösterebileceğini ortaya koymuştur. Hava ölçümleri zararlı partiküller ve kimyasalların arttığını göstermiştir. Birçok ebeveyn riskleri bilmesede, mevcut kanıtlar çocukların maruziyetinin azaltılması gerektiğini vurgulamaktadır.⁴⁹ Söz konusu sistematik derleme (Rodriguez ve ark., 2025), dahil edilen çalışmaların heterojenliği ve uzun dönemli veri eksikliği gibi metodolojik sınırlılıklara dikkat çekmekle birlikte, mevcut kanıtların pasif e-sigara maruziyetinin çocuklar açısından hafife alınamayacak düzeyde bir halk sağlığı riski oluşturduğunu göstermektedir.

Bu çalışma eleştirel bir anlatsal derleme olarak tasarlanmış olup, PRISMA temelli sistematik bir derleme protokolü izlenmemiştir. Yalnızca İngilizce yayınların dâhil edilmesi dil yanlılığı oluşturabilir. Ayrıca cihaz ve likit heterojenliği nedeniyle toksikolojik bulguların genellenebilirliği sınırlı olabilir. Çalışmalardaki finansman ve çıkar çatışması beyanları yazarların raporlamalarına dayanmakta olup, olası bildirilmeyen ilişkiler tamamen dışlanamamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu derlemede incelenen tarihsel örüntüler, toksikolojik veriler, davranışsal bulgular ve çevresel etkiler birlikte değerlendirildiğinde, e-sigaraların tütün kontrolü alanında geniş ölçekte bir zarar azaltma aracı olarak benimsenmesini destekleyecek tutarlı ve güçlü bir kanıt zemini bulunmadığı görülmektedir. Ürün bileşenlerinin ve cihaz tasarımlarının heterojenliği, aerosol yapısının öngörülemezliği ve nikotin teslim

sistemlerinin bağımlılığı artıran özellikleri, e-sigara risk profilinin düzenleyici kararlar açısından güvenilir biçimde tanımlanmasını güçleştirmektedir. Genç ve nikotin-naif bireylerde kullanımın sigaraya geçiş riskini artırması; yetişkinlerde ise çift kullanımın ve uzamış bağımlılığın belirginliği, e-sigara bırakma başarısını nüfus düzeyinde destekleyen bir araç olarak işlev görmediğini göstermektedir.

Çevresel açıdan tek kullanımlık ürünlerin yarattığı elektronik atık yükü ve pasif maruziyete ilişkin giderek güçlenen kanıtlar, e-sigara yalnızca bireysel sağlık değil, toplum sağlığı ve ekolojik sürdürülebilirlik açısından da yeni risk alanları oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle e-sigara ile ilgili politika geliştirme süreçlerinde, endüstri tarafından yönlendirilen iyimser söylemler yerine, çıkar çatışmalarından arındırılmış, metodolojik açıdan güçlü ve uzunlamasına tasarımlarla desteklenmiş bağımsız kanıtların esas alınması gerekmektedir.

Etik kurul onayı

Bu çalışma, daha önce yayımlanmış çalışmalara dayanan anlatı/analitik bir derleme olduğundan etik kurul onayı gerekmemiştir.

Yazarlık katkısı

Çalışma konsepti ve tasarımı: AT, ÇE; veri toplama: AT, ÇE; sonuçların analizi ve yorumlanması: AT, ÇE; makaleyi hazırlama: AT, ÇE. Yazar(lar) sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son halini onaylamıştır.

Finansman

Yazar(lar), çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Çıkar çatışması

Yazar(lar) herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Ethical approval

As this is a narrative/analytical review based on previously published studies, ethics approval was not required.

Author contribution

Study conception and design: AT, ÇE; data collection: AT, ÇE. analysis and interpretation of results: AT, ÇE; draft manuscript preparation: AT, ÇE. The author(s) reviewed the results and approved the final version of the article.

Source of funding

The authors declare the study received no funding.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Kaynakça

1. Perriot J, Chapot E, Peiffer G. Storia del fumo, del controllo del tabacco e della cura dei fumatori in Francia. *Tabaccologia* 2025; 23: 36-44. [\[Crossref\]](#)
2. Allbright K, Villandre J, Crotty Alexander LE, et al. The paradox of the safer cigarette: understanding the pulmonary effects of electronic cigarettes. *Eur Respir J* 2024; 63: 2301494. [\[Crossref\]](#)
3. Withington P, McShane A, Hinks J. Plague and intoxicants in the Baltic and North Seas during the Long Seventeenth Century. *Continuity and Change: A Journal of Social Structure, Law and Demography in Past Societies* 2025; 40: 309-338. Available at: <https://eprints.whiterose.ac.uk/231554> [\[Crossref\]](#)
4. Glynn TJ, Hays JT, Kemper K. E-Cigarettes, harm reduction, and tobacco control: a path forward? *Mayo Clin Proc* 2021; 96: 856-862. [\[Crossref\]](#)

5. Besaratinia A. From tobacco cigarettes to electronic cigarettes: the two sides of a nicotine coin. *Front Oral Health* 2021; 2: 790634. [\[Crossref\]](#)
6. World Health Organization (WHO). WHO report on the global tobacco epidemic 2021: addressing new and emerging products. Geneva: World Health Organization; 2021. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240032095>
7. Glasser AM, Collins L, Pearson JL, et al. Overview of electronic nicotine delivery systems: a systematic review. *Am J Prev Med* 2017; 52: e33-e66. [\[Crossref\]](#)
8. Qureshi MA, Vernooij RWM, La Rosa GRM, Polosa R, O'Leary R. Respiratory health effects of e-cigarette substitution for tobacco cigarettes: a systematic review. *Harm Reduct J* 2023; 20: 143. [\[Crossref\]](#)
9. Liber AC, Knoll M, Cadham CJ, et al. The role of flavored electronic nicotine delivery systems in smoking cessation: a systematic review. *Drug Alcohol Depend Rep* 2023; 7: 100143. [\[Crossref\]](#)
10. Farsalinos KE, Polosa R. Safety evaluation and risk assessment of electronic cigarettes as tobacco cigarette substitutes: a systematic review. *Ther Adv Drug Saf* 2014; 5: 67-86. [\[Crossref\]](#)
11. Burstyn I. Peering through the mist: systematic review of what the chemistry of contaminants in electronic cigarettes tells us about health risks. *BMC Public Health* 2014; 14: 18. [\[Crossref\]](#)
12. Nutt DJ, Phillips LD, Balfour D, et al. Estimating the harms of nicotine-containing products using the MCDA approach. *Eur Addict Res* 2014; 20: 218-225. [\[Crossref\]](#)
13. Maziak W. Harm reduction at the crossroads: the case of e-cigarettes. *Am J Prev Med* 2014; 47: 505-507. [\[Crossref\]](#)
14. Kathuria H, Leone FT. COUNTERPOINT: e-Cigarette use for harm reduction in tobacco use disorder? no. *Chest* 2021; 160: 809-811. [\[Crossref\]](#)
15. Seidenberg A, Kaufman A. 'Tobacco-free' claims in tobacco product marketing in the United States. *Tob Control* 2024; 33: 404-405. [\[Crossref\]](#)
16. Ma S, Chaudhry E, Ahn S, et al. E-cigarette market proportion by nicotine claims in the United States. *Prev Med Rep* 2025; 54: 103087. [\[Crossref\]](#)
17. Raymond BH, Collette-Merrill K, Harrison RG, Jarvis S, Rasmussen RJ. The nicotine content of a sample of e-cigarette liquid manufactured in the United States. *J Addict Med* 2018; 12: 127-131. [\[Crossref\]](#)
18. Rashid RA, Adnan AN, Maasom S, Taylor G. Detection of nicotine in nicotine-free e-cigarette refill liquid using GC-MS. In: *Proceedings of the Second International Conference on the Future of ASEAN (ICoFA) 2017 – Volume 2*. Singapore: Springer; 2017: 615-624 [\[Crossref\]](#)
19. Rashid R, Mohamed MH, Yusoff WSW. Detection of nicotine in nicotine-free e-cigarette refill liquid using GC-MS. *Malays J Anal Sci* 2019; 23: 415-421.
20. Wu M, Heacock H, Tirado M, Shaw F. Presence of nicotine in marketed nicotine-free e-liquids for electronic cigarettes. *BCIT Environ Public Health J* 2017. [\[Crossref\]](#)
21. Famele M, Ferranti C, Abenavoli C, Palleschi L, Mancinelli R, Draisci R. The chemical components of electronic cigarette cartridges and refill fluids: review of analytical methods. *Nicotine Tob Res* 2015; 17: 271-279. [\[Crossref\]](#)
22. Morean ME, Wackowski OA, Eissenberg T, Delnevo CD, Krishnan-Sarin S, Gueorguieva R. Novel nicotine concentration labels improve adolescents' and young adults' understanding of the nicotine strength of electronic nicotine delivery system products. *Nicotine Tob Res* 2022; 24: 1110-1119. [\[Crossref\]](#)
23. Ruggiero JL, Voller LM, Shaik JA, Hylwa S. Formaldehyde in electronic cigarette liquid (aerosolized liquid). *Dermatitis* 2022; 33: 332-336. [\[Crossref\]](#)
24. Gendall P, Hoek J. Role of flavours in vaping uptake and cessation among New Zealand smokers and non-smokers: a cross-sectional study. *Tob Control* 2021; 30: 108-110. [\[Crossref\]](#)
25. Bahl V, Lin S, Xu N, Davis B, Wang YH, Talbot P. Comparison of electronic cigarette refill fluid cytotoxicity using embryonic and adult models. *Reprod Toxicol* 2012; 34: 529-537. [\[Crossref\]](#)
26. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Outbreak of lung injury associated with the use of e-cigarettes or vaping products. 2019. Available at: https://www.cdc.gov/tobacco/basic_information/e-cigarettes/severe-lung-disease.html
27. Bates CD. POINT: e-Cigarette use for harm reduction in tobacco use disorder? Yes. *Chest* 2021; 160: 807-809. [\[Crossref\]](#)
28. BCC Research. The global e-cigarette market is expected to reach 47.5 billion by 2028. 2024. Available at: <https://www.bccresearch.com/pressroom/fod/global-e-cigarette-market-expected-to-reach-475-billion-by-2028>
29. Wang TW, Gentzke AS, Creamer MR, et al. Tobacco product use and associated factors among middle and high school students - United States, 2019. *MMWR Surveill Summ* 2019; 68: 1-22. [\[Crossref\]](#)

30. Soneji S, Barrington-Trimis JL, Wills TA, et al. Association between initial use of e-cigarettes and subsequent cigarette smoking among adolescents and young adults: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Pediatr* 2017; 171: 788-797. [\[Crossref\]](#)
31. Gandhi A, Lee CE, Beaumont AL, et al. The respiratory epithelium in the era of vaping: insights from in vitro, in vivo, and human studies. *Eur Respir Rev* 2025; 34: 240256. [\[Crossref\]](#)
32. Roxlau ET, Pak O, Hadzic S, et al. Nicotine promotes e-cigarette vapour-induced lung inflammation and structural alterations. *Eur Respir J* 2023; 61: 2200951. [\[Crossref\]](#)
33. Bonner E, Chang Y, Christie E, et al. The chemistry and toxicology of vaping. *Pharmacol Ther* 2021; 225: 107837. [\[Crossref\]](#)
34. Langel SN, Kelly FL, Brass DM, et al. E-cigarette and food flavoring diacetyl alters airway cell morphology, inflammatory and antiviral response, and susceptibility to SARS-CoV-2. *Cell Death Discov* 2022; 8: 64. [\[Crossref\]](#)
35. Auschwitz E, Almeda J, Andl CD. Mechanisms of e-cigarette vape-induced epithelial cell damage. *Cells* 2023; 12: 2552. [\[Crossref\]](#)
36. Ramirez JEM, Karim ZA, Alarabi AB, et al. The JUUL e-cigarette elevates the risk of thrombosis and potentiates platelet activation. *J Cardiovasc Pharmacol Ther* 2020; 25: 578-586. [\[Crossref\]](#)
37. Morris AM, Leonard SS, Fowles JR, Boots TE, Mnatsakanova A, Attfield KR. Effects of e-cigarette flavoring chemicals on human macrophages and bronchial epithelial cells. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18: 11107. [\[Crossref\]](#)
38. Durra A, Cherry C, Luo C, et al. Unflavored electronic cigarette exposure induces alterations in airway ciliary structure and function. *Respir Res* 2025; 26: 223. [\[Crossref\]](#)
39. Kligerman S, Raptis C, Larsen B, et al. Radiologic, pathologic, clinical, and physiologic findings of electronic cigarette or vaping product use-associated lung injury (EVALI): evolving knowledge and remaining questions. *Radiology* 2020; 294: 491-505. [\[Crossref\]](#)
40. Herman M, Tarran R. E-cigarettes, nicotine, the lung and the brain: multi-level cascading pathophysiology. *J Physiol* 2020; 598: 5063-5071. [\[Crossref\]](#)
41. Sahu R, Shah K, Malviya R, et al. E-cigarettes and associated health risks: an update on cancer potential. *Adv Respir Med* 2023; 91: 516-531. [\[Crossref\]](#)
42. Pisinger C, Dagli E, Filippidis FT, et al. ERS and tobacco harm reduction. *Eur Respir J* 2019; 54: 1902009. [\[Crossref\]](#)
43. Hedman L, Galanti MR, Ryk L, Gilljam H, Adermark L. Electronic cigarette use and smoking cessation in cohort studies and randomized trials: a systematic review and meta-analysis. *Tob Prev Cessat* 2021; 7: 62. [\[Crossref\]](#)
44. Hendlin YH, Vora M, Elias J, Ling PM. Financial conflicts of interest and stance on tobacco harm reduction: a systematic review. *Am J Public Health* 2019; 109: e1-e8. [\[Crossref\]](#)
45. Kang DHP, Chen M, Ogunseitan OA. Potential environmental and human health impacts of rechargeable lithium batteries in electronic waste. *Environ Sci Technol* 2013; 47: 5495-5503. [\[Crossref\]](#)
46. Roy JJ, Rarotra S, Krikstolaityte V, et al. Green recycling methods to treat lithium-ion batteries e-waste: a circular approach to sustainability. *Adv Mater* 2022; 34: e2103346. [\[Crossref\]](#)
47. van de Ven JJMM, Yang Y, Abrahami ST. A closer look at lithium-ion batteries in E-waste and the potential for a universal hydrometallurgical recycling process. *Sci Rep* 2024; 14: 16661. [\[Crossref\]](#)
48. Protano C, Avino P, Manigrasso M, et al. Environmental electronic vape exposure from four different generations of electronic cigarettes: airborne particulate matter levels. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15: 2172. [\[Crossref\]](#)
49. Rodriguez J, Silverstein D, Mutic A, Liang D, Peterson S, Yang I. Passive electronic cigarette vapor exposure in children: a systematic review. *Biol Res Nurs* 2026; 28: 110-130. [\[Crossref\]](#)