

# Enerji İçeceklerinde Yüksek Risk: Kafein

## High Risk in Energy Drinks: Caffeine

İsmail Ethem GÖREN<sup>a</sup>,  
Nebile DAĞLIOĞLU<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Adli Tıp AD,  
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
<sup>b</sup>Çukurova Üniversitesi  
Bağımlılık ve Adli Bilimler Enstitüsü,  
Adana, TÜRKİYE

Received: 19.11.2018  
Received in revised form: 15.01.2019  
Accepted: 17.01.2019  
Available online: 30.01.2019

Correspondence:  
İsmail Ethem GÖREN  
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Adli Tıp AD, Adana,  
TÜRKİYE/TURKEY  
ismailthemgoren@gmail.com

**ÖZET Amaç:** Enerji içecekleri, gençler arasında yoğun olarak kullanılmakta ve satış tekniklerinin etkisi ile tüketimi giderek daha da yaygınlaşmaktadır. İçeriğinde, başta kafein olmak üzere çeşitli vitaminler ve karbonhidratlar farklı oranlarda bulunmaktadır. Enerji içecekleri, kafeinin uyarıcı etkisi sebebiyle zihinsel ve mental yararlar sağlamak amacıyla tüketilmektedir. Enerji içeceği tüketimi; uyku bozukluğu, akut psikoz, epileptik atak, alkol ve uyuşturucu bağımlılığı gibi birçok olumsuz sonuçla ilişkilendirilmiştir. Bu içecekler, geleneksel kafeinli içecekler (çay, kahve vs.) ve diğer kafeinli içecekler (kola vb.) göre beş kat daha fazla kafein içerebilmektedirler. Bu çalışmada, bölgemizdeki farklı marketlerden temin edilen farklı markalardaki enerji içecekleri analiz edilerek içeriğindeki kafein miktarları belirlenmiştir. **Gereç ve Yöntemler:** Adana'da süpermarketlerde satışı yapılan üç farklı markada 16 enerji içeceği seçilerek, Marka-1, Marka-2, Marka-3 olarak etiketlenmiştir. Numunelere, katı faz ekstraksiyonu uygulanarak likit kromatografi-tandem kütle spektrometre cihazı ile kafein miktarları belirlenmiştir. **Bulgular:** İçeceklerdeki kafein konsantrasyonları 86,7-272 mg/L aralığında bulunmuştur. **Sonuç:** Enerji içeceklerindeki kafein psikoaktif bir maddedir ve toksisitesi erişkinlerde 400 mg/gün, yaş aralığı 12-18 yıl olan adölesanlarda 100 mg/gün, 12 yaş altında ise 2,5 mg/kg/gün olarak bildirilmiştir. Günde 200 mg'dan fazla kafein alınması durumunda toksik etkiler belirginleşebilmektedir. Çalışma sonucunda incelenen 16 enerji içeceğinden 13'ündeki kafein konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir sınırnın (150 mg/L) üzerinde olduğu saptanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji içecekleri; kafein; adli toksikoloji; halk sağlığı

**ABSTRACT Objective:** Energy drinks are used extensively among young people and are becoming more widespread with the effect of sales techniques. It contains various amounts of vitamins and carbohydrates, mainly caffeine. Energy drinks are consumed to provide mental and mental benefits due to the stimulating effect of caffeine. Energy drink consumption has been associated with many negative consequences such as sleep disorder, acute psychosis, epileptic attack, alcohol and drug addiction. These beverages can contain up to five times more caffeine than traditional caffeinated beverages (tea, coffee, etc.) and other caffeinated beverages (cola, etc.). In this study, it was analyzed the amount of caffeine in the energy drinks of different brands in our region. **Material and Methods:** Sixteen energy drinks were selected in three different brands sold in supermarkets in Adana and Brand-1, Brand-2, Brand-3 were labeled. Quantitative caffeine analysis was performed with liquid chromatography-tandem mass spectrometer device following applying solid phase extraction. **Results:** Caffeine concentrations in the energy drinks ranging from 86.7 to 272 mg/L were determined. **Conclusion:** Caffeine in energy drinks is a psychoactive substance and its toxicity has been reported to be 400 mg/day in adults, 100 mg/day in adolescents aged 12-18, and 2.5 mg/kg/day under 12 years of age. If more than 200 mg of caffeine is taken per day, toxic effects may be evident. As a result of the study, it was determined that the caffeine concentration in 13 of the 16 energy drinks examined was above the acceptable limit (150 mg/L) according to the Turkish Food Codex.

**Keywords:** Energy drinks; caffeine; forensic toxicology; public health

Gıda güvenliği tüm dünyada büyük bir endişe kaynağıdır. Performans, enerji artışı ve zihinsel uyanıklık sağladığı gerekçelerini ileri süren etkili satış teknikleri sayesinde enerji içeceklerinin tüketimi, özellikle gençler arasında giderek yaygınlaşmaktadır.<sup>1</sup> Enerji içeceklerinin içinde, başta temel aktif bileşen kafein olmak üzere suda çözünebilir vitaminler ve

karbonhidratlar, taurin ve inositol gibi pek çok bileşen farklı miktarlarda bulunmaktadır.<sup>2-4</sup> Pazarlama tekniklerinin etkisiyle zararsız görülen enerji içecekleri, sağlığa yararlı olduğu iddiasıyla nutrasötik maddeler grubunda gösterilmekte ve tipik kafeinli içeceklerden yaklaşık beş kat daha fazla kafein içerebilmektedirler.<sup>2,5,6</sup> Tarım, Gıda ve Hayvancılık Bakanlığının 27 Ocak 2006 tarihli Resmi Gazete tebliğine göre enerji içecekleri; bileşimindeki yararlanılabilir karbonhidrat içeriği nedeni ile insan vücuduna enerji sağlayan ve ürün içeriğinde limitleri belirlenen maddeleri, vitamin ve mineralleri de içerebilen içecekleri ifade etmektedir.<sup>7</sup> Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 30 Haziran 2017 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi Enerji İçecekleri Tebliğine göre, enerji içeceklerindeki kafeine 150 mg/L konsantrasyonda sınırlama getirilmiştir. Enerji içecekleri, Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi [Food and Drug Administration (FDA)] tarafından onaylanmayan ürünler arasında yer almaktadır ve karbonatlı içeceklerdeki kafein miktarına 180 mg/L oranında sınırlama getirilmiştir.<sup>7,8</sup> Ayrıca, karbonatlı veya gazlı içeceklerin içeriğindeki kafeine ilişkin yapılan düzenlemeler henüz enerji içecekleri için yapılmamıştır. Tüketiminin güvenli olduğu kanısına rağmen, FDA'nın bildirdiğine göre, 2004 yılından beri bu ürünlerin tüketimine bağlı olduğu düşünülen 34 ölüm vakası mevcuttur.<sup>9</sup> Enerji içeceğine ilişkin endişeler yeni olmasa da, Nisan 2017 tarihinde Amerika Birleşik Devletleri'nin Güney Karolina eyaletinde 16 yaşındaki bir öğrencinin kahve, soda ve enerji içeceği tüketimi nedeni ile yüksek dozda kafein intoksikasyonuna bağlı hayatını kaybetmesiyle bu endişeler yeniden uyanmıştır.<sup>9</sup>

Enerji içeceklerinin zihinsel ve psikomotor performans üzerine etkisi, içerdiği kafeinden (1,3,7 trimetilksantin) kaynaklanmaktadır ve bilhassa kan-beyin bariyerini kolaylıkla geçerek santral sinir sistemi (SSS) ve kardiyovasküler sistemde uyarıcı etkiler oluşturmaktadır.<sup>10,11</sup> Kafein, oral yoldan alındığında hızlıca ve tamamen absorpsiyona uğramaktadır ve kişiler arası farklılıklar olmakla birlikte yarılanma ömrü yaklaşık 4,5 saattir.<sup>12</sup> Yaygın karaciğer metabolizmasına uğrayarak çok az kısmı teofiline olmak üzere diğer metilksantinlere dö-

nüşmektedir. Erişkinlerde 500 mg'a kadar dozlarda alındığında kafeinin yarılanma ömrü önemli ölçüde uzayabilmektedir. Bu da metabolizmanın tamamen doymuş olduğuna işaret etmektedir. Diğer metilksantinler gibi kafein de düşük dağılım hacmine sahiptir (0,9 L/kg) ve diyaliz edilebilmektedir.<sup>13</sup> Fosfodiesteraz inhibisyonu, adenozin reseptör antagonizmi ve katekolamin salınımını içeren çoklu aksiyon mekanizmasına sahiptir. Stimülant etkisi, serbest yağ asitlerinin ve sarkoplazmik retikulumdaki kalsiyum mobilizasyonu ile motor ünitelerinin daha güçlü takviye edilmesi ile ortaya çıkmaktadır.<sup>14</sup> Terapötik dozlarda bile bronkodilatasyon, artan gastrik asit sekresyonu, baş ağrısı, bulantı, kusma, diürez, taşikardi ve SSS uyarımı görülebilmektedir. Aşırı dozda kusma ve taşikardi karakteristiktir ve daha büyük dozlarda mental durumun bozulması, aritmiler, nöbetler ve hipotansiyon takip etmektedir. Şiddetli toksisite, masif katekolamin salınımı ile ilişkilendirilmiştir. Hipokalemi ve hiperglisemi neredeyse her zaman mevcuttur ve beta-adrenerjik stimülasyon nedeni ile olduğu düşünülmektedir.<sup>13</sup>

Kafeinin SSS üzerindeki etkileri (anksiyete gibi duygudurum değişiklikleri) ile periferik sinir sistemindeki etkileri (kan basıncı, kalp atışı ve vücut sıcaklığı) arasında belki sanal bir ayırım yapılabilmektedir. Bunlardan, kafeinin kardiyovasküler fonksiyon üzerindeki etkisi, belki de tıbbi güvenliği olumsuz etkileme olasılığı en yüksek olarak kabul edilebilmektedir.<sup>15</sup> Serebral kan akışını azaltabilen kafein, düşük dozlarda bile kan damarlarındaki A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> ve A<sub>2B</sub> adenozin reseptörlerini inhibe ederek ve adenozin aracılı vazodilatasyonu sınırlandırarak miyokardiyal kan akışını azaltabilmektedir.<sup>16</sup> Yayımlanan bir meta-analiz çalışmasında, 400 mg veya üzerinde kafeinin alımının atriyal fibrilasyon riskini artırdığı sonucuna varılmıştır.<sup>17</sup> Bir diğer meta-analizde, 300 mg ve altının yüksek kan basıncında bile güvenli olduğu bildirilmiştir.<sup>18</sup> Bu sonuçlar, yukarı açıklanan günlük yaklaşık 400 mg altındaki dozlarda genel olarak tıbbi güvenlik profili hususundaki yayımlanan talimatları desteklemektedir. Nadir de olsa kafeinden kaynaklanan intoksikasyon vakaları mevcuttur ve ölüm nedeni genellikle ventriküler disritmiye bağ-

lanmaktadır. Berger ve Alford, yedi ila sekiz kutu kafeinli "enerji içeceği" tüketen 28 yaşında sağlıklı bir erkeğin kardiyak arrestini bildirmişlerdir.<sup>19</sup> Son yıllarda literatürde kafeinli enerji içecekleri ile ilişkili atriyal fibrilasyon ve supraventriküler taşikardi hastaları yayımlanmıştır.<sup>13</sup> Peake ve ark., enerji içeceği ile günlük yaklaşık 575 mg kafein alınmasından sonra gelişen atriyal fibrilasyon ve dilate kardiyomiyopati erişkin bir hastayı rapor etmişlerdir.<sup>20</sup> Uzun QT sendromunun antipsikotik ilaçlarla sekonder ilişkisi bilinmektedir. Enerji içeceği alımıyla sekonder ilişkisi olduğu düşünülen uzun QT sendromu gelişen hastalar bildirilmiştir.<sup>21</sup>

Yapılan araştırmalar, enerji içeceğinin tüketiminin tehlikeli olabileceği ile ilgili üç neden göstermişlerdir; birincisi, başta adölesanlar olmak üzere, düzenli olarak kafein alımının yüksek tansiyon ve uyku bozukluğuna yol açtığıdır.<sup>22</sup> İkincisi, alkol ile birlikte karıştırıldığında alkolün yalnız başına alınmasından daha fazla yan etkileri olduğu gözlenmiştir.<sup>23,24</sup> Üçüncü olarak, enerji içeceklerinin, sigara başta olmak üzere alkol ve uyuşturucu madde bağımlılığında etkili rol oynadığı literatürde belirtilmektedir.<sup>9,13,25,26</sup>

Bu çalışmada, seçici ve duyarlı bir analitik yöntem oluşturularak Adana ilinde farklı marketlerden temin edilen farklı markalardaki enerji içeceklerinde kafein miktarlarının belirlenmesiyle birlikte, enerji içeceklerindeki yüksek kafein içeriğine ve popülaritesinin gölgelediği potansiyel zararlı etkilerine dikkat çekilerek halk sağlığı açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Adana'da süpermarketlerde satışı yapılan üç farklı markada 16 enerji içeceği seçilmiş ve Marka-1, Marka-2, Marka-3 olarak etiketlenmiştir. İçeceklerden alınan 1 mL'lik numuneler, 10 mL'lik cam tüplere alınmıştır. İç standart olarak metanol içinde 10 µg/mL konsantrasyondaki stok solüsyondan, gerektiği kadar dilüe edilerek diazepam-d5 Restek firması (Restek, Bellefonte, PA, USA) kullanılmıştır. Tüm örnekler 1000 ng/mL stok diazepam-d5'ten 10 ng/mL konsantrasyonda iç standart olarak eklenmiştir. Üzerine 2,5 mL fosfat tamponu (0,1 M, pH 7,0) eklendi ve OASIS HLB (Hydrophilic-Lipophilic Balance-

Hidrofilik-Lipofilik Dengesi) kolonu (Waters, Milford, MA) ile katı-faz ekstraksiyon işlemi uygulandı. Örnekler, 1:200 oranında dilüe edilerek likit kromatografi tandem kütle spektrometre [liquid chromatography-tandem mass spectrometer (LC-MS/MS)] cihazına verilmiştir. Enjeksiyon hacmi 10 µL'dir. Shimadzu 8030 LC-MS/MS'si System cihazında Scheduled çoklu reaksiyon görüntüleme [multiple reaction monitoring (MRM)] metodu ile pozitif elektrosprey iyonizasyon modunda (ESI+) kafeinin kantitatif analizi yapılmıştır. Analitlerin MRM parametreleri ve alıkonma süreleri **Tablo 1**'de görülmektedir. Analitlerin ayrılması için pentaflorofenilprofil (PFPP) kolonu (Allure 50x2.150 mm i.d., 5 µm, Restek, Bellefonte, PA, ABD) 40°C'de kullanılmıştır. Mobil faz olarak ultra saf su (Merck, Gibbstown, NJ, ABD) içinde 10 mM amonyum format (A) ve ultra saf metanol (Merck, Gibbstown, NJ, ABD) (B) kullanılmıştır. Basamaklı gradient programı **Tablo 2**'de görülmektedir. Toplam analiz süresi 20 dk olarak belirlenmiştir. Kafein referans standart maddesi (Lipomed, Cambridge, ABD) (safılık >98,5) ile 1 mg/mL'lik stok solüsyondan gerektiğinde dilüe edilerek metanolik stok solüsyonlar hazırlanmıştır. Bu stok solüsyonlar ile blank (kör-kalitatif olarak kafein kontrolü yapılmış) saf suda kalibrasyon noktaları 5 ng/mL, 10 ng/mL, 25 ng/mL, 50 ng/mL, 100 ng/mL, 150 ng/mL, 200 ng/mL, 250 ng/mL, 500

**TABLO 1:** Kafein ve iç standart diazepam-d5 için moleküler iyon, fragmentler, parçalanma enerjisi (CE) ve alıkonma zamanı değerleri (R.T.).

Analit	Prekürsör	Fragment	CE (Volt)	R.T. (dk)
	iyon (m/z)	(m/z)		
Kafein	195,10	138,15	-21	4,26
		42,15	-38	
İç standart (diazepam-d5)	290,10	198,20	-34	8,46
		154,00	-29	

**TABLO 2:** Likit kromatografi-tandem kütle spektrometredede uygulanan gradient programı.

Akış hızı (mL/dk)	Zaman (dk)	% A	% B
0,4	0,0	95	5
0,4	10,0	5	95
0,4	15,0	5	95
0,4	15,01	95	5

ng/mL konsantrasyonlarda hazırlanmıştır. Korelasyon katsayısı  $r^2:0,99$  olarak bulunmuştur.

## BULGULAR

Örneklere uygulanan analitik metodun validasyonu, Adli Toksikoloji Bilimsel Çalışma Grubu'nun yayımladığı uluslararası kılavuz takip edilerek gerçekleştirilmiştir; parametreleri doğrusalılık, matriks etkisi, doğruluk (accuracy), geri-kazanım ve en düşük kantitasyon limitidir.<sup>27</sup> Geri-kazanım, 100 ng/mL'de %92 olarak hesaplandı. Doğruluk %89-116 aralığında bulundu. Tespit limiti 1,6 ng/mL ve kantitasyon limiti 2,5 ng/mL olarak hesaplandı. Ölçülen matriks etkisi %10'dan daha az bulundu. Dilüsyon faktörü 200 olarak belirlendi. Tespit edilen konsantrasyonlar ng/mL'den dilüsyon faktörü de hesaba konularak çevirme faktörü ile mg/L olarak hesaplandı (Şekil 1).

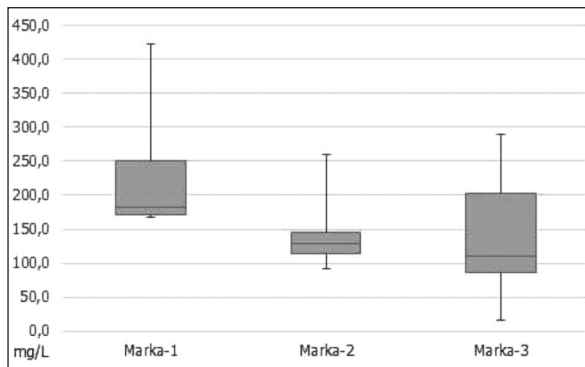
Yapılan analiz sonrasında, enerji içeceklerinde 86,7-272 mg/L (ortanca değer: 172,7 mg/L) aralığında değişkenlik gösteren kafein konsantrasyonları saptandı (Şekil 1). İncelenen 16 enerji içeceğinin 13'ündeki kafein konsantrasyonlarının Türk Gıda Kodeksi'ne göre kabul edilebilir sınırın (150 mg/L) üzerinde olduğu belirlendi.

## TARTIŞMA

Enerji içeceklerindeki kafein, literatürde risk değerlendirmesi ve yan etkileri hususunda binlerce bilimsel makale yayımlanan psikoaktif bir maddedir. FDA genel olarak güvenli kabul ettiği kafein hakkındaki verdiği bilgiye şu eklemeyi uygun

görmüştür: "Pratikte ve hâlihazırda kola tipi içeceklerde bulunan kafein miktarının tehlikeli olduğu hakkında herhangi bir kanıt bulunmamasına rağmen hâlâ ek çalışmalar yapılmasını gerektiren belirsizlikler mevcuttur." FDA'nın yayımladığı listede kafeinin toksisitesi erişkinlerde 400 mg/gün, yaş aralığı 12-18 yıl olan adölesanlarda 100 mg/gün, 12 yaş altında 2,5 mg/kg/gün olarak bildirilmiştir.<sup>28</sup> Bu miktarlar, günde 500 mg ve daha fazla miktarları akut veya kronik "aşırı kullanım" olarak tanımlayan Dünya Sağlık Örgütü [World Health Organization (WHO)]'nün bildirdiği miktarla uyumludur ve bu miktarların alınması durumunda ortaya çıkan yan etkiler, "kafeinizm" olarak tanımlanmıştır. WHO'nun kafein alımı ile ilişkilendirdiği semptomlar; huzursuzluk, uyku bozukluğu, yüz kızarıklığı, kas seğirmesi, abdominal ağrı ve gastrointestinal bozukluklar, önceden var olan depresyon, şizofreni, anksiyete ataklarının şiddetlenmesi olarak sıralanmıştır. Fakat "kafeinizm" olarak tanımlanan yan etkilerin gözlenmediği 500 mg ve üzeri miktarda kafein alımının halk sağlığı açısından güvenli olup olmadığı, WHO'nun "kafeinizm" tanımından açıkça anlaşılmamaktadır. Uluslararası Hastalık Sınıflandırma Sistemi'nin yayımladığı listede kafein, mental ve davranış bozukluklarının potansiyel nedenleri arasında gösterilmiştir. Fakat bu listede kafein hakkında spesifik miktarlar belirtilmemiştir.<sup>15</sup>

Enerji içeceklerindeki kafein miktarlarını saptamayı amaçlayan birkaç çalışma mevcuttur. nitrojen fosfor dedektörü [nitrogen-phosphorus detector (NPD)] lü gaz kromatografisi NPD kullanılarak enerji içeceğindeki kafein miktarlarının saptandığı bir çalışmada, sıvı-sıvı ekstraksiyon metodu kullanılarak 10 enerji içeceğindeki kafein miktarları analiz edilmiştir. Diğer kafeinli içecekler arasında, 360 mL'lik karbonatlı sodaların 0-48 mg arasında değişen miktarlarda kafein ihtiva etmesine karşın, 10 farklı markada 250 mL'lik enerji içeceklerinde 0-77 mg arasında değişkenlik gösteren kafein miktarları bulunmuştur.<sup>29</sup> Aynı ekstraksiyon ve analitik yöntem kullanılarak yapılan analiz sonrası elde edilen verilere göre, soğuk çay ve diğer demlenmiş içeceklerde her 210 mL'lik ve 480 mL'lik porsiyon başına 3-106 mg kafein ih-



ŞEKİL 1: Üç farklı markada analiz edilen enerji içeceklerinde (n=16) saptanan kafein konsantrasyonlarının (mg/L) dağılımı (p<0,001).

tivası söz konusudur.<sup>30</sup> Bir diğer çalışmada, 240 mL'lik 10 farklı enerji içeceğinde 65-126 mg aralığında kafein miktarı saptanmıştır.<sup>31</sup> Kafeinsiz olarak reklamı yapılan ve satılan kahveler, porsiyon başına 18 mg gibi küçük miktarda kafein içermektedir.<sup>32</sup> Sanches tarafından yapılan, dört farklı markada 23 enerji içeceğinde, yüksek basınçlı sıvı kromatografisi-fotometrik diyot dizinli dedektör cihazı ile içeriğindeki CO<sub>2</sub> gazını uzaklaştırmak amacıyla de-gaz işlemi yapıldıktan sonra direkt enjeksiyon yaparak kafeinin kantitatif analizi yapılmıştır. Buna göre, etiketinde belirtilen 320 mg/L sınır konsantrasyona göre değerlendirildiğinde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.<sup>33</sup> Çalışmamızda, enerji içeceklerinde bulunan kafein miktarları, yüksek seçicilik ve duyarlılığa sahip LC-MS/MS cihazı ile yüksek ekstraksiyon verimine sahip katı-faz ekstraksiyon yöntemi kullanılarak ng/mL düzeyinde saptanmıştır. Bu ürünlerin etiketlerinde belirtilen kafein miktarları ile (150 mg/L) karşılaştırma yapılmıştır ve 86,7-272 mg/L (ortalanca değer: 172,7 mg/L, n=16) aralığında değişkenlik gösteren kafein konsantrasyonları hesaplanmıştır. Belirlenen bu konsantrasyonlar Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının konuya ilişkin son yayımladığı Türk Gıda Kodeksi Enerji İçecekleri Tebliğinde, sınır konsantrasyonunu (150 mg/L) aşmaktadır. On altı adet enerji içeceğinden 13'ündeki kafein konsantrasyonunun Türk Gıda Kodeksine göre kabul edilebilir sınırın üzerinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca, marketlerde satılan bu ürünlerin etiket bilgilerinde kafein miktarı 150 mg/L olarak gösterilmektedir. Dolayısıyla eldeki verilere göre, piyasadaki enerji içeceklerindeki kafein içeriğinin üretim ve pazarlama aşamalarındaki kontrollerin gerekli seviyede yapılmadığı anlaşılmaktadır.

Enerji içeceği kullanımı nörolojik, psikiyatrik ve kardiyovasküler bozukluklarla ilişkilendirilmiştir. Kardiyovasküler fonksiyon üzerindeki etkileri, belki de tıbbi güvenliği olumsuz etkileme olasılığı en yüksek olarak kabul edilebilmektedir. Ayrıca; uyuşturucu bağımlılığını hızlandırdığı, epileptik atak ve uyku bozukluklarını tetiklediği, akut psikoz gelişmesine ve hipokalemik paralize neden olduğu da literatürde mevcuttur.<sup>11,21,26,34,35</sup> Enerji

içeceğinin majör bileşeni kafein, alkol ve tütün gibi yasal olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde Türk Gıda Kodeksi Tebliğinde belirlenen düzenlemeler kapsamında, ürün etiketlerinin uyarı başlığı altında kolaylıkla görülebilecek şekilde "Alkol ile karıştırılarak veya beraber tüketilmemelidir. Çocuklar, 18 yaş altı kişiler, yaşlılar, diyabetikler, yüksek tansiyonu olanlar, gebe ve emzikli kadınlar, metabolik hastalığı olanlar, böbrek yetmezliği olanlar ile kafeine hassas kişiler için tavsiye edilmez. Sporcu içeceği değildir, yoğun fiziksel aktivite öncesinde, sırasında veya sonrasında tüketilmemelidir. Günlük 500 mL'den fazla tüketilmesi tavsiye edilmez." ifadesinin yer alması zorunluluğu mevcuttur.<sup>36</sup> Dünyadaki duruma değinilecek olursa; Danimarka, Norveç, Uruguay, İsveç, Litvanya, Letonya ve İzlanda, çocuklara veya 18 yaşından küçüklere yapılan satışları yasaklamış veya sınırlandırmıştır; Macaristan ve Meksika ise enerji içeceklerine ek vergi uygulamaktadır.<sup>37</sup> Ülkemizde enerji içeceği hakkında yasal düzenlemeler mevcut olmasına rağmen denetimlerin yeterli seviyede olmaması nedeni ile gençler ve çocuklar bu içecekleri kolaylıkla temin edebilmektedir. WHO ve diğer kuruluşların konu hakkındaki ucu açık açıklamaları, enerji içeceklerindeki kafein miktarlarının tartışmaya açık olduğunu, hâlihazırdaki kısıtlamaların ve kontrollerin gerekli düzeyde olmadığını göstermektedir.

## SONUÇ

Elde ettiğimiz verilere ve literatürdeki mevcut bilgilere göre, yasal düzenlemelere rağmen enerji içeceklerindeki yüksek kafein miktarları halk sağlığı açısından risk oluşturmaktadır. Kafeinin yanı sıra enerji içeceğindeki diğer komponentlerin (bknz; taurin, inositol) de üzerlerinde yapılacak daha kapsamlı analitik ve klinik çalışmalar gerçekleştirilmesi ve bu ürünlerdeki kafein içeriğinin ve diğer içeriklerin denetimlerinin daha sıkı hâle getirilmesi gerekmektedir.

### **Finansal Kaynak**

*Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde,*

*çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.*

### **Çıkar Çatışması**

*Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite*

*üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.*

### **Yazar Katkıları**

*Bu çalışma hazırlanırken tüm yazarlar eşit katkı sağlamıştır.*

## **KAYNAKLAR**

1. Miller KE. Energy drinks, race, and problem behaviors among college students. *J Adolesc Health*. 2008;43(5):490-7. [Crossref] [PubMed] [PMC]
2. Reissig CJ, Strain EC, Griffiths RR. Caffeinated energy drinks--a growing problem. *Drug Alcohol Depend*. 2009;99(1-3):1-10. [Crossref] [PubMed] [PMC]
3. Sharma V. Red bull and mania. *Ger J Psychiatry*. 2010;13(4):178-80.
4. Aranda M, Morlock G. Simultaneous determination of riboflavin, pyridoxine, nicotinamide, caffeine and taurine in energy drinks by planar chromatography-multiple detection with confirmation by electrospray ionization mass spectrometry. *J Chromatogr A*. 2006;1131(1-2):253-60. [Crossref] [PubMed]
5. Arria AM, O' The "high" risk of energy drinks. *JAMA*. 2011;305(6):600-1. [Crossref] [PubMed] [PMC]
6. Villaseñor IM, Simon MK, Villanueva AM. Comparative potencies of nutraceuticals in chemically induced skin tumor prevention. *Nutr Cancer*. 2002;44(1):66-70. [Crossref] [PubMed]
7. Dikici S, Aydın LY, Kutlucan A, Ercan N. [What do we know about energy drinks?]. *Dicle Med J*. 2012;39(4):609-13. [Crossref]
8. Arpacı N, Ersoy G. [What is the power of energy drinks?]. *Uluslararası İnsan Bilim Derg*. 2011;8(1):809-22.
9. Leal WE, Jackson DB. Energy drinks and escalation in drug use severity: an emergent hazard to adolescent health. *Prev Med*. 2018;111(1):391-6. [Crossref] [PubMed]
10. Nehlig A, Daval JL, Debry G. Caffeine and the central nervous system: mechanisms of action, biochemical, metabolic and psychostimulant effects. *Brain Res Rev*. 1992;17(2):139-70. [Crossref]
11. McLellan TM, Caldwell JA, Lieberman HR. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci Biobehav Rev*. 2016;71:294-312. [Crossref] [PubMed]
12. Blanchard J, Sawers SJ. The absolute bioavailability of caffeine in man. *Eur J Clin Pharmacol*. 1983;24(1):93-8. [Crossref] [PubMed]
13. Wolk BJ, Ganetsky M, Babu KM. Toxicity of energy drinks. *Curr Opin Pediatr*. 2012;24(2):243-51. [Crossref] [PubMed]
14. Souza DB, Del Coso J, Casonatto J, Polito MD. Acute effects of caffeine-containing energy drinks on physical performance: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Nutr*. 2017;56(1):13-27. [Crossref] [PubMed]
15. Wesensten NJ. Legitimacy of concerns about caffeine and energy drink consumption. *Nutr Rev*. 2014;72 Suppl 1:78-86. [Crossref] [PubMed]
16. Cappelletti S, Piacentino D, Sani G, Aromatario M. Caffeine: cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug? *Curr Neuropharmacol*. 2015;13(1):71-88. [Crossref] [PubMed] [PMC]
17. Cheng M, Hu Z, Lu X, Huang J, Gu D. Caffeine intake and atrial fibrillation incidence: dose response meta-analysis of prospective cohort studies. *Can J Cardiol*. 2014;30(4):448-54. [Crossref] [PubMed]
18. Mesas AE, Leon-Muñoz LM, Rodriguez-Artalejo F, Lopez-Garcia E. The effect of coffee on blood pressure and cardiovascular disease in hypertensive individuals: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr*. 2011;94(4):1113-26. [Crossref] [PubMed]
19. Berger AJ, Alford K. Cardiac arrest in a young man following excess consumption of caffeinated "energy drinks." *Med J Aust*. 2009;190(1):41-3.
20. Peake ST, Mehta PA, Dubrey SW. Atrial fibrillation-related cardiomyopathy: a case report. *J Med Case Rep*. 2007;1:111. [Crossref] [PubMed] [PMC]
21. Hernandez-Huerta D, Martin-Larregola M, Gomez-Armau J, Correas-Lauffer J, Dolengevich-Segal H. Psychopathology related to energy drinks: a psychosis case report. *Case Rep Psychiatry*. 2017;2017: 5094508. [Crossref] [PubMed] [PMC]
22. Temple JL. Caffeine use in children: what we know, what we have left to learn, and why we should worry. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009;33(6):793-806. [Crossref] [PubMed] [PMC]
23. Martz ME, Patrick ME, Schulenberg JE. Alcohol mixed with energy drink use among u.s. 12th-grade students: prevalence, correlates, and associations with unsafe driving. *J Adolesc Health*. 2015;56(5):557-63. [Crossref] [PubMed] [PMC]
24. Snipes DJ, Benotsch EG. High-risk cocktails and high-risk sex: examining the relation between alcohol mixed with energy drink consumption, sexual behavior, and drug use in college students. *Addict Behav*. 2013;38(1): 1418-23. [Crossref] [PubMed]
25. Miyake ER, Marmorstein NR. Energy drink consumption and later alcohol use among early adolescents. *Addict Behav*. 2015;43:60-5. [Crossref] [PubMed]
26. Evren C, Evren B. Energy-drink consumption and its relationship with substance use and sensation seeking among 10th grade students in Istanbul. *Asian J Psychiatr*. 2015;15:44-50. [Crossref] [PubMed]
27. Scientific Working Group for Forensic Toxicology. Scientific Working Group for Forensic Toxicology (SWGTOX) standard practices for method validation in forensic toxicology. *J Anal Toxicol*. 2013;37(7):452-74. [Crossref] [PubMed]
28. Babu KM, Church RJ, Lewander W. Energy drinks: the new eye-opener for adolescents. *Clin Pediatr Emerg Med*. 2008;91:35-42. [Crossref]
29. McCusker RR, Goldberger BA, Cone EJ. Caffeine content of energy drinks, carbonated sodas, and other beverages. *J Anal Toxicol*. 2006;30(2):112-4. [Crossref] [PubMed]
30. McCusker RR, Goldberger BA, Cone EJ. Caffeine content of specialty coffees. *J Anal Toxicol*. 2003;27(7):520-2. [Crossref] [PubMed]
31. Ayala J, Simons K, Kerrigan S. Quantitative determination of caffeine and alcohol in energy drinks and the potential to produce positive transdermal alcohol concentrations in human subjects. *J Anal Toxicol*. 2009;33(1): 27-33. [Crossref] [PubMed]
32. McCusker RR, Fuehrlein B, Goldberger BA, Gold MS, Cone EJ. Caffeine content of decaffeinated coffee. *J Anal Toxicol*. 2006;30(8): 611-3. [Crossref] [PubMed]
33. Sanchez JM. Methylxanthine content in commonly consumed foods in Spain and determination of its intake during consumption. *Foods*. 2017;6(12). [Crossref] [PubMed] [PMC]
34. Richards G, Smith AP. A review of energy drinks and mental health, with a focus on stress, anxiety, and depression. *J Caffeine Res*. 2016;6(2):49-63. [Crossref] [PubMed] [PMC]
35. Özözen Ayas Z, Öncel Öcal R, Uçaroğlu N, Bölük A. [Hypokalemic paralysis due to hyperthyroidism and energy drink: case report]. *Türkiye Klinikleri J Neur*. 2015;10(3):102-5. [Crossref]
36. Hande S, İpek S, Aydın A. [Energy drink and effects on human health: review]. *Türkiye Klinikleri J Pharm Sci*. 2014;3(1):39-46.
37. Reyes CM, Cornelis MC. Caffeine in the diet: country-level consumption and guidelines. *Nutrients*. 2018;10(11). [Crossref] [PubMed] [PMC]