


## Çürümüş olgularda saptanan etil alkol ve metabolitleri

### *Ethyl alcohol and its metabolites detected in decomposed bodies*

Umur Utku Yıldırım<sup>1</sup>  Ufuk İlingi<sup>2</sup>  Yasemin Balcı<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adli Tıp AD, Muğla, Türkiye

<sup>2</sup> Muğla Adli Tıp Şube Müdürlüğü, Muğla, Türkiye

## ÖZ

**Amaç:** Çürümüş cesetlerde, postmortem dönemde birçok bakteri, maya ve küf türü, çeşitli substratlardan endojen etanol üretebilir. Ölüm ile otopsinin yapıldığı zaman arasındaki süre, çevre ısı ve nem düzeyi, ölüm anında vücutta bulunan veya ölenin bulunduğu ortamdaki mikroorganizmalar gibi pek çok değişken postmortem etanol sentezini etkileyebilir. Çürümüş olgularda, vücut sıvılarında saptanan etil alkolün ölümden önce mi tüketildiği, yoksa ölümden sonra endojen mi oluştuğunun ayırt edilmesi önemlidir. Etanolün non-oksidatif minor metabolitlerinden etil glukuronid ve etil sülfat, antemortem alkol alımını doğrulamak amacıyla sıklıkla kullanılan biyobelirteçlerdir.

Bu çalışmada otopsi yapılan çürümüş olguların vücut sıvılarında yapılan toksikolojik incelemeler sonucunda saptanan etil alkol ve metabolitlerinin değerlendirilmesi, postmortem endojen kaynaklı etil alkol düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Muğla Adli Tıp Şube Müdürlüğünde 2013-2020 yılları arasında çürümüş cesetlere yapılan otopsi raporları retrospektif dosya taraması şeklinde incelenmiştir. Çürüme sıvısı ve göz içi sıvısında etil alkol saptanma durumu, metabolitlerinin aranma durumu ve sonuçları kaydedilmiştir.

**Bulgular:** 2013-2020 yılları arasında yapılan toplam 3418 otopsinin 294'ünde (%8,4) çürüme bulguları saptanmıştır. Çürüme bulguları saptanan olguların %83,3'ü (n:245) erkektir. Çürümüş olguların 174'ünde (%59,2) çürüme sıvısında, 15'inde (%5,1) göz içi sıvısında etil alkol saptanmıştır.

Çürüme sıvısında etil alkol saptanan olguların 48'inde (%27,6) etil alkol metabolitleri olan etil sülfat ve etil glukuronid aranmış, bunların 30'unda metabolit saptanmamıştır. Çürüme sıvısında etil alkol metaboliti saptanmayan olguların 17'sinde etil alkol düzeyi 50 mg/dl'nin altında, 11'inde 51-100 mg/dl arasında, 2'sinde 100 mg/dl'nin üzerindedir.

Metabolit saptanmayan olgulardaki en yüksek etanol düzeyi, çürüme sıvısında, 159 mg/dl'dir.

**Sonuç:** Etil alkol saptanan tüm çürümüş olgularda mutlaka metabolitlerin de aranmasının önemli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Adli tıp, çürüme, etanol, etil glukuronid, etil sülfat.

## ABSTRACT

**Aim:** In the postmortem period, endogenous ethanol can be produced from a variety of substrates, including decomposed corpses, a variety of bacteria, yeasts, and molds. Many factors can influence postmortem ethanol synthesis, including the time between death and autopsy, environmental temperature and humidity and microorganisms present in the body at the time of death or in the deceased's environment. It's crucial to determine whether ethyl alcohol, which is found in body fluids like putrefaction fluid, vitreous humor, and blood, was consumed prior to death or formed endogenously after death. Non-oxidative minor metabolites of ethanol, ethyl glucuronide, and ethyl sulfate, are commonly used biomarkers to confirm antemortem alcohol intake.

Sorumlu yazar: Umur Utku Yıldırım  
Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi, Adli Tıp AD,  
Muğla, Türkiye  
E-posta: [umurutkuyildirim@gmail.com](mailto:umurutkuyildirim@gmail.com)  
Başvuru tarihi: 07.03.2023 Kabul tarihi: 07.08.2023

The aim of this study was to determine postmortem endogenous origin ethyl alcohol levels and to evaluate ethyl alcohol and its metabolites determined as a result of the toxicological examination in body fluids obtained from autopsies of decomposed cases.

**Materials and Methods:** Autopsy reports on decomposed bodies performed in Mugla Branch of Forensic Medicine between 2013 and 2020 were reviewed retrospectively. The presence of ethyl alcohol in putrefaction fluid and vitreous humor, as well as the search status and results for its metabolites, were all recorded.

**Results:** Between 2013 and 2020, 294 (8.4%) of 3418 autopsies revealed evidence of decomposition. Males made up 83.3 % (n:245) and females made up %16,7'si (n:49) of the cases with signs of putrefaction. Ethyl alcohol was discovered in the putrefaction fluid of 174 (59,2%) patients and the vitreous humor of 15 (5.1%) patients. In 48 (27,6 percent) of the cases where ethyl alcohol was detected in the putrefaction fluid, metabolites such as ethyl sulfate and ethyl glucuronide were searched, but no metabolites were found in 30 of them. In 17 of the cases where no ethyl alcohol metabolite was detected in the putrefaction fluid, the ethyl alcohol level was below 50 mg/dl, between 51 and 100 mg/dl in 11, and above 100 mg/dl in 2 of them. In cases with no metabolites, the highest ethanol level was 159 mg/dl in the putrefaction fluid.

**Conclusion:** It was concluded that in all decomposed cases where ethyl alcohol is detected, it is crucial to look for metabolites.

**Keywords:** Forensic medicine, putrefaction, ethanol, ethyl glucuronide, ethyl sulphate.

## GİRİŞ

Çürümüş olguların otopsilerinde saptanan etil alkol konsantrasyonunun adli tıbbi yönden yorumlanması oldukça önemlidir. Yorumlamadaki en kritik durumlardan biri, saptanan alkolün ölmeden önceki alkol tüketiminden mi yoksa ölümden sonraki endojen üretimden mi kaynaklandığının belirlenmesidir. Postmortem dönemde putrefikasyon sürecinde ve alınan örneklerin saklanma koşullarına bağlı olarak birçok bakteri ve mikroorganizmanın etkisiyle çeşitli substratlardan (glukoz, protein, lipit vb.) alkol üretilebilir. Bu nedenle endojen ve eksojen alkol ayrımı yapmak gereklidir (1, 2).

Eksojen alınan alkolün büyük bir kısmı, karaciğerde alkol dehidrogenaz ve aldehid dehidrogenaz enzimleri ile önce asetaldehide, ardından asetata dönüşür ve çok küçük bir kısmı ise minör metabolik yollar üzerinden atılır. Etanolün non-oksidatif metabolitleri arasında etil glukuronid (EtG), etil sülfat (EtS), fosfatidiletanol (PEth) ve yağ asidi etil esterleri (FAEEs) bulunur ve bunların vücut sıvılarında tespiti, antemortem alkol tüketimini destekler. Bu belirteçlerden EtG daha sıklıkla kullanılırken, yalancı negatiflik ve yalancı pozitiflik ihtimalini en aza indirmek amacıyla genellikle EtS ile birlikte çalışılması önerilmektedir (3, 4). Yapılan çalışmalarda, EtG'nin postmortem kanda bozulabileceği, EtS'nin ise postmortem farklı koşullar altında bozulmadığı veya oluşmadığı, EtG için hem yanlış negatif hem de yanlış pozitif

sonuçlar ortaya çıkabilirken, bu tür hataların EtS için daha az olası olduğu ifade edilmiştir (5). Yapılan araştırmalarda, kan EtG seviyesinin alkol alımını takiben en erken 45. dakikada tespit edilebildiği, 2-5,5 saat sonra pik seviyeye ulaştığı, kanda etanol tamamen metabolize olduktan sonra 8 saate kadar, idrarda ise 30 saate kadar saptanabileceği bildirilmiştir (6).

Postmortem etanol sentezini; ölüm ile otopsinin arasındaki süre, çevre sıcaklığı ve nem düzeyi, ölüm anında vücutta bulunan veya ölen kişinin beklediği yüzeydeki mikroorganizmalar gibi pek çok değişken etkileyebilir (7). Postmortem etanol düzeyleri diabetes mellitus, enfeksiyon ve metabolik hastalıklar gibi durumlarda da değişebilir (8). Postmortem vakalarda rastlanılan alkolün %12-57'sinin postmortem üretimden kaynaklandığı bildirilmiştir (9).

Özellikle hava yolu, deniz yolu ve karayolu ulaşım kazalarında, travma ve yangınlarda ölen kişilerde, çürümüş cesetlerde, etil alkolün ölmeden önce mi tüketildiği yoksa ölümden sonra vücutta endojen olarak mı oluştuğunun ayrımı açısından rutin olarak etil alkol metabolitlerine bakılması gereklidir (1-3).

Postmortem etanol miktarı tayini için kan, göz içi sıvısı, idrar ve çürümeye sıvısı kullanılabilir. Humor vitreus, daha steril ve izole bir sıvı olduğu için etanol miktarı tayini için mükemmel bir bölgedir. Fakat ileri derecede çürümüş olgularda kan, göz içi sıvısı ve idrar örnekleri genellikle elde edilemez. Bu nedenle çürümeye sıvısı örnekleme

sıklıkla kullanılmaktadır. Humor vitreus alkol konsantrasyonları, kan alkol konsantrasyonlarını birkaç saat gecikmeyle takip eder. Bu nedenle kan alkol konsantrasyonları, vitreus humor konsantrasyonlarından daha fazladır (6). Ayrıca alınan örneklerin sodyum florür içeren tüplerde saklanması, örnek alımından sonraki süreçte tüp içerisindeki etanol üretimini engellemesi açısından önemlidir (10).

Bu çalışmada, çürümüş olgulardaki postmortem endojen kaynaklı etil alkol düzeylerinin belirlenmesi ve bu konuda yapılacak çalışmalara ve literatüre katkı sağlama amacıyla hareket edilmiştir.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma için Adli Tıp Kurumu Başkanlığı Eğitim ve Bilimsel Araştırma Komisyonunun 13.12.2021 tarih ve 2021/1357 sayılı onayı alınmıştır.

Muğla Adli Tıp Şube Müdürlüğü'nde, 2013-2020 yılları arasında 8 yıllık bir süre zarfında gerçekleştirilen otopsi raporları retrospektif dosya taraması şeklinde incelenmiş ve bu otopsi vakaları arasından çürüme bulguları saptanan olgular seçilmiştir. İskeletleşme düzeyinde olan olgular bu çalışmanın kapsamına dahil edilmemiştir.

Çürümüş olgularda, çürüme sıvısı veya göz içi sıvısında etil alkol bulunup bulunmadığı, bulunmuşsa saptanan değerler ile etil alkol metabolitlerinden EtG ve EtS'nin tespit edilmediği bir veri toplama formuna kaydedilmiştir. Çürümüş olgularda, kan örneği olarak kaydedilen örneklem sıvısının çürüme sıvısı olduğu düşünülmüş ve bu doğrultuda değerlendirilmiştir.

Karayolları Trafik Kanunu'nun 48/5-6-7 maddelerine göre; alkol düzeyi 0,5 promilin üstünde olan sürücülerin ehliyeti 6 ay süresince alınır, 1,0 promilin üzerindeki alkol seviyesi trafik güvenliğini tehlikeye atma suçu oluşturur (11). Türk Ceza Kanunu yaralanma kılavuzuna göre 2,5 promil üzerinde etil alkol saptanması, alkol intoksikasyonu açısından yaşamsal tehlike kriteri olarak değerlendirilmektedir (12). Bu nedenle alkol düzeyleri 0-50 mg/dl, 51-100 mg/dl, 101-250

mg/dl ve 250 mg/dl üzeri olarak gruplara ayrılarak değerlendirilmiştir.

Veriler, bir paket istatistik programı aracılığı ile değerlendirilmiş, frekans ve yüzde analizleri yapılmış ve sonuçlar tablolar halinde sunulmuştur.

## BULGULAR

Muğla Adli Tıp Şube Müdürlüğü'nde 2013-2020 yılları arasında geçen 8 yıllık periyotta toplam 3418 otopsi yapılmıştır. Bunların %8,4'ünde (n: 294) çürüme bulguları saptanmıştır. Çürüme bulguları saptanan olguların %83,3'ü erkek (n:245), %16,7'si (n:49) kadındır.

Çürüme sıvısı ve göz içi sıvısında saptanan etil alkol düzeylerinin dağılımı Tablo-1'de gösterilmiştir.

Çürümüş olguların 15'inde (%5,1) göz içi sıvısında, 174'ünde (%59,2) ise çürüme sıvısında etil alkol saptanmıştır. Olguların 14'ünde hem çürüme sıvısı hem de göz içi sıvısında etil alkol saptanmıştır. Minimum ve maksimum alkol değerleri göz içi sıvısında 5-525 mg/dl, çürüme sıvısında 8-584 mg/dl'dir.

Etil alkol saptanan örneklerde etil alkol metabolitlerinin araştırılma durumlarının dağılımı Tablo-2'de gösterilmiştir.

Çürüme sıvısında etil alkol saptanan olguların 48'sinde (%27,6), göz içi sıvısında etil alkol saptanan olguların 1'inde (%6,6) etil alkol metabolitleri olan EtS ve EtG araştırılmıştır. Etil alkol metabolitlerinin araştırıldığı toplam 49 örneğin 18'inde etil sülfat pozitif bulunmuş, 31'inde ise her iki metabolit de saptanmamıştır.

Çürüme sıvısında saptanan etil alkol düzeylerinin metabolit araştırılma/saptanma durumlarına göre dağılımı Tablo-3'de gösterilmiştir.

Çürüme sıvısında etil alkol metabolitleri olan EtS ve EtG araştırılan olgulardan etil alkol metaboliti saptanmayan olguların (n:30), 17'sinde etil alkol düzeyi 50 mg/dl'nin altında, 11'inde 51-100 mg/dl arasında, 2'sinde ise 100 mg/dl'nin üzerindedir. Çürüme sıvısında metabolit saptanmayan olgulardaki en yüksek etanol düzeyi 159 mg/dl olarak saptanmıştır.

**Tablo-1.** Çürüme sıvısı ve göz içi sıvısında saptanan etil alkol düzeylerinin dağılımı.

Etil alkol düzeyi (mg/dl)	Çürüme sıvısı		Göz içi sıvısı	
	n	%	n	%
0-50	79	45,4	7	46,6
51-100	62	35,6	1	6,7
101-250	24	13,8	6	40,0
251 ve üstü	9	5,2	1	6,7
Toplam	174	100,0	15	100,0

**Tablo-2.** Alınan örneklerde etil alkol saptanan olgularda etil alkol metabolitlerinin aranma durumlarının dağılımı.

Etil alkol saptanan örnek	Metabolit aranmayan	Metabolit aranan		Toplam
		Pozitif	Negatif	
Çürüme sıvısı	126	18	30	174
Göz içi sıvısı	14	-	1	15

**Tablo-3.** Çürüme sıvısında saptanan etil alkol düzeylerinin metabolit aranma/saptanma durumlarına göre dağılımı

	Çürüme sıvısı			Toplam
	Aranmamış	Pozitif	Negatif	
0-50	58	4	17	79
51-100	46	5	11	62
101-250	17	5	2	24
251 ve üstü	5	4	0	9
Toplam	126	18	30	174

## TARTIŞMA

Adli otopsilerde etil alkol ölçümü, trafik kazaları ve travmatik ölümler gibi durumlarda önem arz etmektedir. Postmortem endojen alkol üretilebileceği ilk olarak 1936 yılında Wagner tarafından gösterilmiştir (13, 14). Ölümden sonra çürümenin başlamasıyla endojen alkol üretimi birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu nedenle, çürümeye başlamış cesetlerde alternatif biyolojik örnek analizleri, EtG ve EtS gibi nonoksidatif etil alkol metabolitlerinin ölçümü ve çürüme ürünü olan n-propanol ve n-butanolün kan tespitleri gibi konular gündeme gelmektedir (5, 15, 16). Postmortem endojen etil alkol oluşumunun başta mikrobiyal etkenler olmak üzere birçok faktörden etkilenebileceği bilinmektedir. Bunların başında diyabetes

mellitus, enfektif durumlar, metabolik hastalıklar, pankreas ve karaciğer hastalıklarında litik enzimlerin etkilendiği durumlar gelmektedir (17).

Muğla İlinde 2013-2020 tarihleri arasında otopsi yapılan olguların %8,4'ünün çürümüş olduğu, bu olguların %83,3'ünün erkek, %16,7'sinin kadın olduğu tespit edilmiştir. Erkeklerin kriminal olaylara karışma ihtimalinin daha fazla olması, bu dağılımın bir nedeni olabilir.

130 çürümüş olgunun 64'ünde kanda etanol tespit edilmemiştir, 66'sında ise tespit edilebilmiştir. Tespit edilebilenlerin %66,7'si 10-50 mg/dl arasında olup, bunların endojen olup olmadığının yorumlanmasına ihtiyaç duyulmuştur. Göz içi sıvısı ve idrar örneklerinin, çürümüş olgularda, kana alternatif olarak

endojen- eksojen etanol ayrımında önemli olduğu görülmüştür (18). Bu çalışmada çürümüş olguların 15'inde (%5,1) göz içi sıvısında, 174'ünde (%59,2) çürüme sıvısında etil alkol saptanmıştır. Göz içi sıvısında alkol tespit edilen olguların 14'ünde etil alkol metaboliti aranmamış, birinde ise etil alkol metabolitleri aranmış fakat saptanmamıştır. Bu durumun göz içi sıvısının kimyasal olarak kararlı ve anatomik olarak izole bir bölüm olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Göz içi sıvısı, kişinin ölümden önce alkol tüketip tüketmediğini belirlemek adına toksikolojik incelemeler için kan veya çürüme sıvısına alternatif olarak güçlü bir şekilde önerilmektedir (19).

Çalışmamızda, çürüme sıvısında etil alkol saptanan 174 olgunun sadece 48'inde metabolit arandığı görülmüştür. Bu durum, alkol değerlendirmesinin kritik olduğu olgularda metabolit incelenmesine odaklanıldığını düşündürmektedir. Çalışmamızda çürümüş olgularda metabolit aranan 48 olgunun %62,5'inde (n:30) etil alkol metaboliti saptanmamıştır. Metabolit aranan çürümüş olguların yaklaşık üçte ikisinde saptanan etil alkolün endojen kaynaklı olduğu anlaşılmıştır. Öte yandan, çürüme sıvısında etil alkol tespit edilip metabolit aranmamış olguların da önemli bir bölümünde endojen alkol üretimine bağlı etil alkol saptanmış olabileceği düşünülmüştür. Ölümden önce alkol tüketimi olan 93 vaka ile yapılan bir çalışmada, etanol seviyeleri düşük olsa bile, tüm vakalarda kan içinde EtG tespit edildiği bildirilmiştir (20). Politi ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada, alkolik olduğu bilinen bir kişinin ölümünden 27 yıl sonraki otopsisinde karaciğer, böbrek, kan pıhtısı ve saç örneklerinde EtG saptanmıştır. EtG ve EtS'nin, cesetteki çürümeye karşın, ölümün üzerinden yıllar geçmesine rağmen alkol tüketiminin belirtisi olarak kullanılabilmesi gösterilmiştir. Ayrıca, her iki metabolit arasındaki molar oranın tüm örneklerde EtS'nin EtG'ye kıyasla daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir (21). Bu durum EtG ve EtS taramalarının, eksojen alkol tüketimi ve endojen etanol üretimini göstermesi açısından güvenilir olduğunu düşündürmektedir.

Yapılan çalışmalarda tespit edilen postmortem endojen alkol seviyelerinin 8mg/dl'den 300 mg/dl seviyelerine kadar değiştiği gösterilmiştir (22–25). Albino tavşanlarda postmortem süreçte endojen etanol üretimini değerlendirmek için yapılan bir çalışmada, postmortem 24 saat sonra ölçülen etil alkol düzeylerinin 0-42 mg/dl aralığında olduğu,

antemortem glukoz ve alkol enjeksiyonunun bu düzeyi önemli ölçüde arttırdığı belirtilmiştir (26).

Bu çalışmada metabolit saptanmayan olgulardaki en yüksek etanol düzeyi, yani endojen olarak oluşan en yüksek etanol düzeyi 159 mg/dl olarak tespit edilmiştir. Literatürde, bu seviyeden daha yüksek, hatta 3 gr/l'ye kadar postmortem endojen alkol oluşabileceği bildirilmiştir. Postmortem alınan örneklerde üç nedenle etil alkol saptanabilir. a- Kişilerin ölümden önce alkol almış olmaları b- Ölümden önce belirli şartlarda (örneğin "autobrewery" syndrome) vücutlarında endojen alkol oluşumu c- Mikrobiyal etkenlerle postmortem süreçte vücutta endojen olarak etanol oluşumu veya postmortem alınan örneklerde etanol oluşumu (27). Literatürle birlikte değerlendirildiğinde postmortem saptanan alkol düzeylerine bakılarak etil alkolün eksojen tüketimi ya da endojen üretilmesi hakkında yorum yapmak mümkün görünmemektedir. Öyle ki, Adli Tıp Kurumu Laboratuvarlarında da 2020 yılından sonra özellikle tüm çürümüş olgularda etil alkol saptandığında, metabolitleri de aranmaktadır. Diğer yandan kişiler yaşarken bile özel koşullarda vücutlarında endojen alkol oluşma olasılığı nedeniyle, sadece çürümüş olgularda değil, tüm olgularda, etil alkol düzeylerine bakılmaksızın etil alkol metabolitlerinin aranması gerekmektedir. Al-Asmari ve arkadaşları, postmortem 52 vakada, farklı vücut sıvılarında etanol ve biyobelirteçlerini inceledikleri bir çalışmada, idrarın biyobelirteç analizi için uygun bir örnek olduğunu belirtmişlerdir. Eğer otopside idrar elde edilemezse, göz içi sıvısından biyobelirteç aranabileceğini belirtmişlerdir (28).

Høiseth ve ekibi tarafından gerçekleştirilen bir çalışma, postmortem vakalarda, kan örneklerinde EtG analizinin yüksek bir özgüllüğe sahip olduğunu ancak daha düşük bir duyarlılık gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu nedenle, pozitif bir sonuç büyük olasılıkla etanol alımını doğrularken, özellikle aşırı derecede çürümüş vakalarda negatif bir sonuç dikkatli bir şekilde yorumlanmalıdır. Bu tür vakalarda, ileri düzeydeki çürümeye karşı daha stabil olduğu bilinen EtS'nin de analizinin yapılmasının faydalı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (29). Ülkemizde, etanol biyobelirteçleri olan EtG ve EtS sadece kan/çürüme sıvısında analiz edilmektedir. İdrarda sistematik toksikolojik analiz yapılmakla birlikte etanol ve metabolitlerini içeren analiz yapılmamakta; göz içi sıvısında ise sadece etanol ve metanol analizi yapılmakta, biyobelirteç aranmamaktadır. Kan/çürüme sıvısı ve göz içi

sıvısında saptanan etil alkol değerleri ve metabolitlerinin birlikte değerlendirilmesiyle, etanolün kaynağının, antemortem kullanımdan mı yoksa postmortem süreçte vücutta endojen olarak üretilmesinden mi kaynaklandığı konusunda geçerli bir yorum yapılabilir.

Postmortem süreçte endojen etil alkol oluşumuna neden olan faktörler, aynı zamanda metanol, asetaldehit, n-propanol, izopropanol, aseton, propiyonik asit, n-butanol, izobutanol, izoamil alkol gibi uçucuların da oluşumuna neden olabilmektedir. Bunlardan postmortem etanol oluşumu ile en fazla ilişkili olanı n-propanoldür. Çürümüş olguların otopsisinde bu tür uçuğu

maddeler tespit edildiğinde de dikkatli yorumlanması gerekmektedir (27).

## SONUÇ

Postmortem etanol üretimi birçok faktörden etkilenmektedir. EtG ve EtS'nin, saptanan etil alkolün antemortem kaynaklı olduğu konusunda güvenilir bir belirteç olabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada, antemortem alkol alımı ile postmortem endojen alkol oluşumu ayrımı için toksikolojik incelemelerde etil alkol metabolitlerinin incelenmesinin önemi vurgulanmaktadır.

**Çıkar çatışması:** Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

## Kaynaklar

1. Battal D. Postmortem kan-vitröz sıvı etanol düzeylerinin saptanması ve adli tıpta önemi [Master's Thesis]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2004.
2. O'Neal CL, Poklis A. Postmortem production of ethanol and factors that influence interpretation: a critical review. *The American journal of forensic medicine and pathology*. 1996;17(1):8-20.
3. Aşicioğlu F, Mutlu E, Belce A. Adli Vakalarda Etil Glukuronid ve Etil Sülfat Analizinin Önemi: Olgu Bildirileri: The Importance of Ethyl Glucuronide and Ethyl Sulphate Analysis in Forensic Cases. *Turkiye Klinikleri Journal of Forensic Medicine & Forensic Sciences*. Ocak 2019;16(1):64-9.
4. Høiseth G, Morini L, Poletini A, Christophersen A, Mørland J. Blood kinetics of ethyl glucuronide and ethyl sulphate in heavy drinkers during alcohol detoxification. *Forensic Science International*. 2009;188(1-3):52-6.
5. Høiseth G, Karinen R, Christophersen A, Mørland J. Practical use of ethyl glucuronide and ethyl sulfate in postmortem cases as markers of antemortem alcohol ingestion. *International Journal of Legal Medicine*. 2010;124:143-8.
6. Baduroğlu E, Durak D. Alkol ile ilgili adli tıp sorunları. *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. 2010;36(2):65-71.
7. Dokgöz H. Ölüm ve Postmortem Değişimler. İçinde: *Adli Tıp & Adli Bilimler*. 2. bs 2019. s. 678.
8. Logan BK, Jones AW. Endogenous ethanol production in a child with short gut syndrome. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*. 2003;36(3):419-20.
9. Al-Asmari AI, Anderson RA, Appelblad P. Direct determination of ethyl glucuronide and ethyl sulfate in postmortem urine specimens using hydrophilic interaction liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. *Journal of analytical toxicology*. 2010;34(5):261-72.
10. Lewis RJ, Johnson RD, Angier MK, Vu NT. Ethanol formation in unadulterated postmortem tissues. *Forensic science international*. 2004;146(1):17-24.
11. Karayolları Trafik Kanunu [İnternet]. Erişim adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.2918.pdf>
12. TCK Yaralanma Rehberi [İnternet]. Erişim adresi: <https://www.atk.gov.tr/tckyaralama24-06-19.pdf>
13. Aşirdizer M, Etili Y, Gümüş O, Kartal E, Hekimoğlu Y. Biomarkers Used to Determine Antemortem and Postmortem Ethyl Alcohol Level in Body Fluids. *Turkish Journal of Forensic Medicine*. 30(2):153-61.
14. Wagner K. Über die Veränderlichkeit des Alkoholgehaltes von Leichenblut und nicht steril aufbewahrten Blutproben. *Deutsche Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin*. 1936;26:276-92.
15. Ceciliason AS, Andersson MG, Lundin E, Sandler H. Microbial neoformation of volatiles: implications for the estimation of post-mortem interval in decomposed human remains in an indoor setting. *International Journal of Legal Medicine*. 2021;135:223-33.

16. Lin Z, Wang H, Jones AW, Wang F, Zhang Y, Rao Y. Evaluation and review of ways to differentiate sources of ethanol in postmortem blood. *International journal of legal medicine*. 2020;134:2081-93.
17. Simic M, Ajdukovic N, Veselinovic I, Mitrovic M, Djurendic-Brenesel M. Endogenous ethanol production in patients with diabetes mellitus as a medicolegal problem. *Forensic science international*. 2012;216(1-3):97-100.
18. Monteiro C, Castilho M, Real FC, Proença P. Ethanol and putrefaction: Medicolegal relevance of the study of different biological samples. *Toxicologie analytique et clinique*. 2022;34(3):S145.
19. Kugelberg FC, Jones AW. Interpreting results of ethanol analysis in postmortem specimens: a review of the literature. *Forensic science international*. 2007;165(1):10-29.
20. Høiseth G, Karinen R, Christophersen AS, Olsen L, Normann PT, Mørland J. A study of ethyl glucuronide in post-mortem blood as a marker of ante-mortem ingestion of alcohol. *Forensic Science International*. 2007;165(1):41-5.
21. Politi L, Morini L, Mari F, Groppi A, Bertol E. Ethyl glucuronide and ethyl sulfate in autopsy samples 27 years after death. *International journal of legal medicine*. 2008;122:507-9.
22. Vural N, Sayın H. Kan Alkol Düzeyini Etkileyen Faktörlerin Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi. 1996;1(2):74-81.
23. Caplan YH, Levine B. Vitreous humor in the evaluation of postmortem blood ethanol concentrations. *Journal of analytical toxicology*. 1990;14(5):305-7.
24. de Lima IV, Midio AF. Origin of blood ethanol in decomposed bodies. *Forensic science international*. 1999;106(3):157-62.
25. Pajunen T, Vuori E, Lunetta P. Epidemiology of alcohol-related unintentional drowning: is post-mortem ethanol production a real challenge? *Injury epidemiology*. 2018;5:1-5.
26. Maghdy M. S, Ramy M. EN, Yousef S, Ismail I. H, Ola A. H, Ayman A. ES. Postmortem endogenous production of ethanol in albino rabbit. 1998;1(4):57-73.
27. Ziavrou K, Boumba VA, Vougiouklakis TG. Insights into the origin of postmortem ethanol. *International journal of toxicology*. 2005;24(2):69-77.
28. Al-Asmari AI, Altowairgi MM, Al-Amoudi DH. Effects of postmortem interval, putrefaction, diabetes, and location of death on the analysis of ethyl glucuronide and ethyl sulfate as ethanol biomarkers of antemortem alcohol consumption. *Forensic Science International*. 2022;335:111280.
29. Høiseth G, Karinen R, Johnsen L, Normann PT, Christophersen AS, Mørland J. Disappearance of ethyl glucuronide during heavy putrefaction. *Forensic Science International*. 2008;176(2-3):147-51.