



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI

NEFES ALKOL TESTİNDE YANLIŞ POZİTİFLİKLERE NEDEN OLABİLECEK ÜRÜNLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Büşra DENİZ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Kenan KAYA

ADANA-2022



T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ADLİ TIP ANABİLİM DALI

NEFES ALKOL TESTİNDE YANLIŞ POZİTİFLİKLERE NEDEN OLABİLECEK ÜRÜNLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

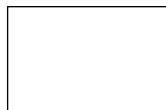
Dr. Büşra DENİZ

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Kenan KAYA

Bu tez Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından TTU-2021-13720 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ADANA-2022



TEŞEKKÜR

Tıpta uzmanlık eğitimim sürecinde kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana destek olan, kendilerinden çok şey öğrendiğim, çok değerli hocalarım Prof. Dr. Mete Korkut Gülmen, Prof. Dr. Necmi Çekin, Prof. Dr. Behnan Alper ve Prof. Dr. Ahmet Hilal ile adli tıp serüvenime başladığım Kayseri’deki saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Çağlar Özdemir ve Dr. Öğr. Üyesi Haşim Asil’e;

Hem uzmanlık eğitimi hem de tez çalışmam sürecinde çalışmalarımın yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında büyük emeği geçen, disiplinli, özverili çalışma temposu ve profesyonelliği ile her zaman örnek alacağım değerli hocam, desteğini ve samimiyetini her zaman hissettiğim ağabeyim, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Kenan Kaya’ya;

İhtisasım süresince birlikte çalışmaktan keyif aldığım, ömür boyu sürecek dostluklar kazandığım tüm doktor arkadaşlarıma ve tüm Adli Tıp Anabilim Dalı çalışanlarına;

Adli Tıp Kurumunda bulunduğum süre boyunca bana yabancılık hissettirmeyen, her konuda yardımcı olan uzman doktorlar başta olmak üzere tüm Adana Grup Başkanlığı çalışanlarına;

Şüphesiz ki bulunduğum noktaya sayelerinde gelebildiğim, desteklerini her zaman arkamda hissettiğim canım aileme;

Bu yolculuğumun her adımında yanımda olan, sabrımı, ilgisini, anlayışını ve yardımını benden esirgemeyen sevgili eşim Dr. Yunus Deniz’e;

Teşekkür ve minnetlerimi sunarım.

Dr. Büşra Deniz

Adana, 2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	ii
İÇİNDEKİLER	iii
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	viii
KISALTMALAR	ix
ÖZET	x
ABSTARCT	xi
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Alkol ve Alkol Kullanımının Tarihçesi	3
2.2. Etil Alkol	4
2.2.1. Etil Alkolün Elde Edilme Yolları	5
2.2.2. Etil Alkolün Farmakokinetiği	6
2.2.2.1. Etil Alkolün Vücutta Emilimi	6
2.2.2.2. Etil Alkolün Vücutta Dağılımı	7
2.2.2.3. Etil Alkolün Metabolizması	8
2.2.2.4. Etil Alkolün Vücuttan Atılımı	10
2.2.3. Etil Alkolün Biyobelirteçleri	11
2.2.4. Etil Alkol İntoksikasyonu	12
2.3. Metil Alkol	13
2.3.1. Metil Alkolün Farmakokinetiği	14
2.3.2. Metil Alkol İntoksikasyonu	14
2.4. Alkol Düzeyi Ölçümü	16
2.4.1. Kandan Alkol Düzeyi Ölçümü	16
2.4.2. İdrardan Alkol Düzeyi Ölçümü	18
2.4.3. Saçtan Alkol Düzeyi Ölçümü	18
2.4.4. Tükürükten Alkol Düzeyi Ölçümü	19
2.4.5. Solunum Havasından Alkol Düzeyi Ölçümü	19

2.4.5.1. Solunum Havasından Alkol Tarama Testlerinin Tarihçesi ve Gelişimi.....	20
2.4.5.2. Alkolmetre Cihazının Çalışma Prensipleri	22
2.4.5.3. Alkolmetre Cihazlarının Bakım ve Kalibrasyonu	24
2.4.5.4. Solunum Havasından Alkol Düzeyi Ölçümünü Etkileyen Hususlar ve Yanlış Pozitif Ölçümler	25
2.4.6. Postmortem Etanol Düzeyi Ölçülmesi	27
2.5. Alkol Düzeyinin Promil ve Yüzde Olarak Hesaplanması.....	28
2.6. Kişinin Tükettiği Alkol Miktarının Hesaplanması.....	29
2.7. Alkol Alımının Kişi Üzerindeki Etkileri.....	30
2.8. Alkollü Kişinin Muayenesi	31
2.9. Alkol Alımının Araç Kullanma Üzerindeki Etkileri.....	32
2.10. Alkol Alımının Trafik Kazaları Üzerine Etkileri	33
2.11. Dünya’da ve Ülkemizde Trafikte Yasal Alkol Limitleri	34
2.12. Ülkemizde Alkollü Araç Kullanımı ile İlgili Yasal Düzenlemeler.....	35
2.12.1. Karayolları Trafik Yönetmeliği ¹³	36
2.12.2. Türk Ceza Kanunu ¹⁴	36
2.12.3. Karayolları Trafik Kanunu ¹⁶¹	37
2.13. Trafik Güvenliğini Tehlikeye Atma Suçu.....	37
3. GEREÇ ve YÖNTEM	39
3.1. Çalışma Örnekleminin Belirlenmesi ve Gönüllülerin Seçilme Kriterleri	39
3.2. Gönüllülerin çalışma hakkında bilgilendirilmeleri	39
3.3. Çalışmada kullanılacak alkolmetrenin teknik özellikleri	40
3.4. Çalışmada test edilecek ürünlerin seçilmesi ve ürünlerin gönüllüler üzerine uygulanma şekilleri	41
3.5. Verilerin İstatistiksel Analizi	43
4. BULGULAR.....	44
5. TARTIŞMA.....	71
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	85
KAYNAKLAR	88

EKLER	99
Ek 1: Etik Kurul Kararı	99
Ek 2: Aydınlatılmış Onam Formu	100
Ek 3: Çalışmada Test Edilen Ürünlerin İçerikleri ve Etken Maddeleri	101
ÖZGEÇMİŞ	103



TABLO LİSTESİ

<u>Tablo No:</u>	<u>Sayfa No:</u>
Tablo 1. Etanolün vücutta dağılım katsayıları ⁷⁶	16
Tablo 2. İçeriğinde etanol bulunan bazı alkolsüz içecekler ve etanol konsantrasyonları ¹¹⁸	26
Tablo 3. İçeriğinde etanol bulunan bazı yiyecekler ve etanol konsantrasyonları ¹¹⁸	27
Tablo 4. Alkol düzeyinin promil ve yüzde olarak hesaplanması ¹³⁶	29
Tablo 5. Farklı kan etanol düzeylerinde görülen klinik bulgular ^{36,140}	31
Tablo 6. Alkolün Araç Kullanımı Üzerindeki Etkileri ¹²	33
Tablo 7. Dünyada ve ülkemizde yasal alkol limitleri ¹⁵⁸	35
Tablo 8. Araştırmaya katılan bireylerin cinsiyete göre yaş ve BKİ değerlendirilmesi.	44
Tablo 9. Alkol içeren gargaların birinci kullanım tipi sonrası elde edilen zamana göre alkolmetre ölçüm değerleri analizi	47
Tablo 10. Gargaların birinci kullanım tipi sonrası gargara türleri ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu	48
Tablo 11. Alkol içeren gargaların ikinci kullanım tipi sonrası elde edilen zamana göre alkolmetre ölçüm değerleri analizi	53
Tablo 12. Gargaların ikinci kullanım tipi sonrası gargara türleri ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu	54
Tablo 13. Gargaların birinci ve ikinci kullanım tipi arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu	55
Tablo 14. İki farklı dezenfektan ile kolonyanın birinci kullanım tipi sonrası elde edilen nefes alkol testi ölçüm değerleri analizi	57
Tablo 15. Dezenfektanların birinci kullanım tipi sonrası dezenfektan türü ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu	58
Tablo 16. İki farklı dezenfektan ile kolonyanın ikinci kullanımı sonrası elde edilen nefes alkol testi ölçüm değerleri analizi	60
Tablo 17. Dezenfektanların ikinci kullanım tipi sonrası dezenfektan türü ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu	61
Tablo 18. Dezenfektanların birinci ve ikinci kullanım tipi arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu	63
Tablo 19. Beş farklı içeceğin tüketilmesi sonrası alkolmetre ile elde edilen nefes alkol testi ölçüm değerleri analizi	66
Tablo 20. Birinci ve ikinci tip gargara kullanımı sonrası 0,5 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı	67
Tablo 21. Birinci ve ikinci tip gargara kullanımı sonrası 0,2 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı	67

Tablo 22. Birinci ve ikinci tip el dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası 0,5 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı	68
Tablo 23. Birinci ve ikinci tip el dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası 0,2 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı	69
Tablo 24. İçeceklerin tüketimi sonrası 0,2 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı	69



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No:	Sayfa No:
Şekil 1. Birinci gargaranın birinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.....	45
Şekil 2. İkinci gargaranın birinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.....	46
Şekil 3. Üçüncü gargaranın birinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.....	47
Şekil 4. Üç gargaranın birinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması.....	49
Şekil 5. Birinci gargaranın ikinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.....	50
Şekil 6. İkinci gargaranın ikinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.....	51
Şekil 7. Üçüncü gargaranın ikinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.....	52
Şekil 8. Üç gargaranın ikinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması.....	54
Şekil 9. Birinci gargaranın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması.....	55
Şekil 10. İkinci gargaranın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması.....	56
Şekil 11. Üçüncü gargaranın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması.....	56
Şekil 12. Üç dezenfektanın birinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması.....	59
Şekil 13. Üç dezenfektanın ikinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması.....	62
Şekil 14. Birinci dezenfektanın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması.....	63
Şekil 15. İkinci dezenfektanın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması.....	64
Şekil 16. Üçüncü dezenfektanın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması.....	64

KISALTMALAR

ADH	: Alkol Dehidrogenaz
ALDH	: Aldehit Dehidrogenaz
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AO	: Alkol Oksidaz
AST	: Aspartat Aminotransferaz
BAC	: Kan Alkol Konsantasyonu
BrAC	: Solunum Alkol Konsantrasyonu
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
EtG	: Etil Glukuronit
EtS	: Etil Sülfat
GGT	: Gama Glutamil Transferaz
KYT	: Karbonhidrattan Yoksun Transferrin
MCV	: Ortalama Korpusküler Hacim
MEOS	: Mikrozomal Etanol Okside Edici Sistem
NAD	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit
NADP	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
PEth	: Fosfatidiletanol
TCK	: Türk Ceza Kanunu
t_{max}	: Kandaki Etanol Konsantrasyonunun En Yüksek Değerine Ulaşmasına Kadar Geçen Süre
YAEE	: Yağ Asidi Etil Esteri

ÖZET

Nefes Alkol Testinde Yanlış Pozitifliklere Neden Olabilecek Ürünlerin Değerlendirilmesi

Giriş ve amaç: Alkol etkisi altında araç kullanmanın trafik kazalarına zemin hazırladığı, maddi ve manevi kayıplar ile birçok yaralanma ve ölüme sebebiyet verdiği bilinmektedir. Alkollü araç kullanımının önüne geçebilmek için alınan tedbirlerden biri de trafikte yapılan alkol denetimleridir. Bu denetimlerde, kullanım kolaylığından dolayı nefesten alkol düzeyi tespiti yapan alkolmetre cihazları kullanılmaktadır. Ancak bazen alkolmetreyle yapılan ölçümlere itirazlar olabilmekte ve konu adli makamlara taşınmaktadır. Bu cihazlardan doğru sonuçlar almak için dikkat edilmesi gereken hususlar olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, nefes alkol testini etkileyebilecek ürünleri ve bu etkilerin zamanla olan ilişkisini irdelemek amaçlanmıştır.

Gereç ve yöntem: Nefes alkol düzeyini etkileyebileceğini düşündüğümüz 33 farklı ürün ile 30 sağlıklı gönüllünün katıldığı deneysel bir çalışma yapılmıştır. Ürünlerin kullanılmasından veya tüketilmesinden sonraki 1. dakikada, alkolmetre cihazı ile nefes alkol analizi yapılmıştır. Pozitif ölçüm sonucuyla karşılaştırılması durumunda, nefeste saptanan alkol değeri sıfırlanmaya kadar ikişer dakika arayla ölçüm yapılmaya devam edilmiştir.

Bulgular: Organik üzüm, nar ve portakal suyu ile mandalinalı gazlı içecek tüketimi ardından yapılan ölçümlerde sadece 1.dakikada pozitif ölçüm sonucuyla karşılaşılmıştır. Şalgam suyu ardından 3.dakikaya kadar, el dezenfektanları ardından 5.dakikaya kadar, kolonya kullanımı ardından 7. dakikaya kadar ve alkol içeren gargaların kullanımının ardından ise 11.dakikaya kadar azalarak devam eden pozitif ölçüm sonuçları görülmüştür. 1. dakikada ölçülen maksimum değerler gargalarda 4,90 promil, el dezenfektanlarında 1,96 promil, kolonyada 2,76 promil ve içeceklerde 0,32 promildir. Diş macunları, alkolsüz gargalar, gazozlar, kola, portakallı gazlı içecek, ayran, kefir, mentollü sakız ve şeker, organik elma suyu ile karışık meyve sularının test edilmesi sonrasında yapılan ölçümlerde solunum havasında alkol saptanmamıştır.

Sonuç: Nefes alkol testinde, alkollü içki tüketmediği bilinen ancak alkollü ürün kullanan veya bazı gıdaları tüketen kişilerde pozitif ölçüm sonuçlarıyla karşılaşılmıştır. Bu ürünleri kullandığını veya tükettiğini belirten kişilerde belirlenecek bir süre ardından ölçüm yapılması sayesinde, yanlış pozitif sonuçların önüne geçilerek bu yanlışlıklara bağlı uygulanacak hatalı yaptırımların ve oluşacak gereksiz iş yükünün önüne geçilecektir.

Anahtar Kelimeler: Etanol, alkolmetre, nefes alkol konsantrasyonu, trafik denetimi.

ABSTARCT

Evaluation of Products That May Cause False Positivities in Breath Alcohol Test

Introduction and objective: It is known that driving under the influence of alcohol paves the way for traffic accidents, causes material and moral losses as well as many injuries and deaths. One of the measures taken to prevent the use of drunk driving is alcohol inspections carried out in traffic. In these inspections, breathalyzer devices that detect the alcohol level from the breath are used due to ease of use. However, sometimes there may be objections to measurements made with the alcohol meter and the matter is referred to the judicial authorities. However, sometimes there may be objections to the measurements made with the breathalyzer and the issue is referred to the judicial authorities. It is known that there are points to be considered in order to get accurate results from these devices. In this study, it is aimed to examine the products that may affect breath alcohol testing and the relationship of these effects with time.

Materials and methods: An experimental study was conducted involving 30 healthy volunteers with 33 different products that we think may affect yhe breath alcohol level. Breath alcohol analysis was performed via the breathalyzer device at the first minute after the use or consumption of the products. In case of a positive measurement result, the measurement was continued at two-minute intervals until the alcohol value detected in the breath was zeroed.

Results: In the measurements made after the consumption of organic grapes, pomegranate, orange juice and tangerine fizzy drinks, a positive measurement result was encountered only in the first minute. Positive measurement results were observed, which continued by decreasing until third minute after the consumption of turnip juice, up to fifth minute after the use of hand sanitizers, up to seventh minute after the use of cologne and up to the eleventh minute after the use of alcohol-containing mouthwashes. The maximum values measured in the first minute are 4.90 permille in mouthwashes, 1.96 permille in hand sanitizers, 2.76 permille in cologne and 0.32 permille in beverages. No alcohol was detected in the respiratory air in the measurements made after testing toothpastes, non-alcoholic mouthwashes, fizzy drinks, cola, orange fizzy drink, ayran, kefir, gum and sugar with menthol, organic apple juice and mixed fruit juices.

Conclusion: In the breath alcohol test, positive measurement results were encountered in people who were known not to consume alcoholic beverages but used alcoholic products or consumed some foods. By making measurements after a certain period of time for people who state that they use or consume these products, erroneous sanctions to be applied due to these errors and unnecessary workload will be prevented by avoiding these false positive results.

Keywords: Ethanol, breathalyzer, breath alcohol concentration, traffic control.

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Alkol, uzun zamandır farklı amaçlarla insanlığın kullanımında olan bir maddedir. Pek çok kültürün ve yaşantının içerisinde yer almış olup sahip olduğu uzun tarihsel geçmiş içerisinde eğlence amacıyla, dini ve tıbbi amaçlarla kullanılmıştır.^{1,2}

Tarihsel süreç içerisinde alkol elde etme yöntemlerinde yaşanan gelişmeler ve endüstrileşme ile birlikte alkolün tüketim miktarı da artış göstermiştir. Böylece aşırı alkol kullanımının neden olabileceği olumsuzluklar da göz önüne çıkmıştır. Bu nedenle devletler zaman zaman alkol kullanımında kısıtlama yollarına gitmişlerdir.^{3,4}

Günümüzde sosyal hayatın bir parçası olarak kabul gören alkol kullanımının birçok adli olaya da neden olabildiği bilinmektedir. Alkol etkisi altında araç kullanmanın neden olduğu trafik kazaları bu olayların önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Santral sinir sistemi üzerindeki farmakolojik etkilerinden dolayı alkol; reaksiyon süresinde uzamaya, alan ve mesafeleri tahmin etme yeteneğinin azalmasına, kendine güven duygusunun artmasına ve dolayısıyla güvenli sürüş yeteneğinin bozulmasına sebebiyet vermektedir.^{5,6} Çeşitli epidemiyolojik ve farmakolojik çalışmalar, bir sürücünün trafik kazasına karışma olasılığı ile kanındaki alkol konsantrasyonu arasında, pozitif bir korelasyon olduğunu göstermektedir.^{7,8} Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre, ülkemizde her sene yaşanan 1 milyonun üzerinde trafik kazasının yaklaşık %30'u alkol etkisi altında araç kullanılması ve beraberinde getirdiği hatalardan kaynaklanmaktadır.⁹

Trafikte sürüş güvenliğini tehlikeye soktuğu bilinmesine rağmen alkol seviyesinin belirlenen yasal sınırların altında olması şartıyla bireyin trafikte araç kullanımına izin verilmektedir.^{10,11} Sürücüler için belirlenen yasal alkol düzeyi ve alkollü araç kullanan sürücülere karşı tutum ülkeden ülkeye değişmekte olup, birçok ülkede bu hususlar ile ilgili kanuni düzenlemeler bulunmaktadır.¹² Ülkemizde Karayolları Trafik Yönetmeliği'ne göre yasal sınır normal araç sürücüleri için 0,50 promil, ticari araç sürücüleri için 0,20 promil olup bu seviyelerin üzerinde araç kullanılması trafik ihlali olarak belirtilmiştir.¹³ Ayrıca 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu (TCK)'nunda "*Trafik Güvenliğini Tehlikeye Sokma*" suçu tanımlanmıştır.¹⁴

Kişinin alkol kullanıp kullanmadığı trafik güvenliği yanı sıra, iş ve ceza hukukunda da önemli yer tutmaktadır. Dolayısıyla kişinin alkol düzeyinin doğru tespiti hassas ve kritik bir konudur. Alkol düzeyi çeşitli metotlarla tespit edilebilmektedir. Alkolmetre cihazı ile solunum havasından alkol düzeyi tespiti pratik bir yöntem olmasından dolayı trafik denetimlerinde sıklıkla tercih edilmektedir.¹⁵

Alkolmetreler, alkolün her organa yayılmasından kaynaklı solunum havasında bulunan alkol düzeyini ölçme prensibiyle çalışan cihazlardır. Bu yöntem pratik bir metot olmasına rağmen, bazı durumlarda soluk havasında bulunan etanol dışı uçucu gazlar ölçüm sonuçlarını etkileyebilmektedir.¹⁵ Ayrıca ölçüm sonuçlarının analitik, uygulamasal ve biyolojik etmenler olmak üzere birçok faktörden etkilenebileceği de bilinmektedir. Kişinin alkollü içki tüketimi olmamasına rağmen nefes alkol analizinde alkol saptanması, yanlış pozitif ölçüm olarak tanımlanmaktadır. Yanlış pozitif ölçüm sonuçlarına özellikle trafik denetlemelerinde maruz kalan sürücülerin yaptığı itirazlar neticesinde konu adli makamlarla yansımaktadır.^{16,17}

Çalışmamızda; nefes alkol düzeyi tespiti öncesinde alkol tüketmediği bilinen kişilerde, yanlış pozitif ölçüm sonuçlarına neden olabileceği düşünülen ürünlerin kullanımı veya tüketilmeleri sonrası yapılan solunum havası alkol ölçümleri incelenecektir. Pozitif ölçüm sonuçlarıyla karşılaşılması durumunda, bu pozitifliğin zamanla olan ilişkisi ve bazı ürünlerde farklı kullanım şekillerinin sonuçlara olan etkisi irdelenecektir.

Bu çalışma ile, ülkemizde özellikle trafik denetimlerinde sıkça kullanılmakta olan alkolmetre cihazlarıyla ölçüm yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar, karşılaşılan sorunlar ve yanlış pozitif ölçüm sonuçlarına neden olabilen durumlar incelenerek alkol taramasında kullanılan bu yöntemin işlevselliği arttırmak ve olası hatalı ölçümlerin önüne geçilmesi için alınabilecek önlemleri değerlendirmek amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Alkol ve Alkol Kullanımının Tarihçesi

Alkol Arapça kökenli bir kelime olup, ince öğütülmüş pudra haline getirilmiş toz veya göze çekilen sürme anlamına gelen kuhl kelimesinden (alkohl, al-kuhl) türetilmiştir.¹⁸

Kimyasal olarak karbon atomuna doğrudan hidroksil grubunun bağlanması ile oluşan, genel formülü $C_nH_{2n+1}-OH$ veya $R-OH$ şeklinde ifade edilen organik bileşiklerdir. Alkollerin fiziksel özelliklerinin ortaya çıkmasında karbon atomu sayıları, kimyasal özelliklerinde ise hidroksil ($-OH$) grupları temel belirleyicilerdir. Su ile hidrojen bağı oluşturdıklarından suda iyi çözünürler. Sudaki çözünürlükleri ile molekül ağırlıkları arasında ters orantı vardır. En önemli alkol türevleri olan metanol, etanol ve propanol su ile her oranda karışırlar.^{19,20}

Merkezi sinir sistemi üzerine önemli etkileri olan alkol; keyif verici, yatıştırıcı ve zararlı etkileri bulunan uçucu bir maddedir. Farklı toplumların alkol ve alkol kullanımına bakışları, tarih boyunca değişiklik göstermektedir. İnsanların alkolün etkilerini keşfetmesi ve kullanmaya başlamasıyla ilişkili ilk kaynaklar M.Ö. 3000-4000 yıllarına kadar uzanmaktadır. Tarih boyunca edebiyat eserlerine, mitolojik hikayelere ve dinsel inanışlara konu olan alkol; Eski Mısırlılar, Yahudiler ve Yunanlar tarafından tıbbi müdahalelerde de kullanılmıştır.^{21,22}

Anadolu, Mezopotamya ve diğer Akdeniz bölgelerinde yaşamış ulusların alkol kullandıkları tarihi kayıtlara geçmiştir. Eski Roma ve Atina'da içki ve şarap tanrılarının varlığı kabul edilmiştir. Bu toplumlar bazı dönemlerde de alkol kullanımıyla ilgili ikilemde kalarak alkolü reddetmiş ve alkol kullanımını kontrol kaybı olarak görmüşlerdir. Sonuç olarak; hemen her dönemde alkolün kontrollü kullanımına müsaade edildiği, kontrol kaybına neden olabilecek miktarda kullanımlarına ise sınırlamalar getirildiği bilinmektedir.^{23,24}

Günümüzde alkollü içkiler içmek dünyanın pek çok yerinde sosyal hayatın bir parçası olarak kabul görmüştür. Ancak bazı sağlık sorunlarına yol açabileceği ve bağımlılık yapabilmesi gibi istenmeyen etkilerinin de görülebileceği bilinmektedir.²⁵

Alkolün yararlı etkileri olduğu söylene de her yıl dünyada yaklaşık 3,5 milyon insan alkol nedeniyle hayatını kaybetmektedir. 2018 yılında Dünya Sağlık

Örgütü'nün(DSÖ) yaptığı 30 ülkedeki çalışmaya göre cinayetlerin %85'i, kadına şiddet olaylarının %70'i, trafik kazalarının %60'ı alkol sebebiyle olduğu gösterilmiştir.²⁶ Bu gerçeklere karşılık alkolün yararlı etkileri arasında uzamış yaşam süresi, koroner arter hastalığı, inme, diabet, artrit, kanser gibi hastalık risklerini azaltması sayılmaktadır. Kalp hastalıkları riskinin azalması, HDL kolesterolün artışı, LDL kolesterolün, fibrinojenin, pıhtılaşmanın azalmasına bağlanmaktadır.^{27,28}

Dünya genelinde en fazla kötüye kullanılan madde olup, birçok tıbbi soruna ve toplumsal maddi kayıba yol açmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yetişkin nüfusun %75'inin düzenli olarak alkol tükettiği, nüfusun %8-10'unda ise alkol kullanım bozukluğu olduğu belirtilmektedir.²⁹

2.2. Etil Alkol

Etil alkol alındığı miktara bağlı olarak, kullanımını takiben gelişen bilişsel davranışlardaki bozulma nedeniyle adli bilimler açısından önemli bir alkol türüdür. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ kimyasal formülüne sahip, erime noktası; $-117,3\text{ }^\circ\text{C}$, kaynama noktası; $78,5\text{ }^\circ\text{C}$, yoğunluğu; 789 g/l , yanma (alevlenme) noktası $12\text{ }^\circ\text{C}$, renksiz, nötr özellikte bir bileşiktir. Kendine has hafif bir kokusu vardır. Su ile her oranda karışabilen küçük polar bir molekül olması nedeniyle vücutta su içeren boşluklara kolayca dağılabilmektedir.³⁰

Karbonhidratların oksijen olmayan ortamda mikroorganizmalar tarafından metabolize edilmesiyle ortaya çıkar.³¹ Ayrıca bazı besin maddelerinin geçirdikleri mayalanma sonucunda ve bazı meyve ve sebzelerin doğal yapısında da etil alkol oluşabilir.¹⁵

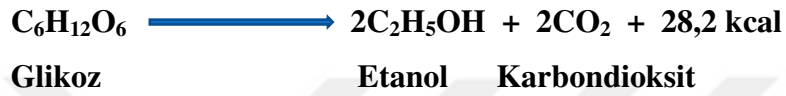
Oral tüketime uygun tek alkol türüdür. Vücutta depolanmaz bu nedenle tüketildikten sonra vücut tarafından ya okside edilir ya da farklı şekillerde elimine edilir.³²

Ülkemizde kullanımı, üretimi ve satışı yasalarca belirlenmiştir.³³ Sanayide ara madde olarak deterjan, yumuşatıcı ve parfüm gibi birçok madde yapımında, solvent olarak lokal antiseptik ve kolonya vb. imalatı olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır.¹⁵

2.2.1. Etil Alkolün Elde Edilme Yolları

Etil alkol başlıca fermentasyon ve distilasyon olmak üzere iki yolla elde edilebilir.

Fermentasyon yolu: Meyve ve tahılların içerdikleri şekerler ile polisakkaritlerin maya mantarları tarafından tepkimeye uğraması ile fermentasyon oluşur ve ortamdaki alkol konsantrasyonu %15-17'ye ulaştığında fermentasyon tamamlanır. Bu yolla elde edilebilecek maksimum alkol konsantrasyonu bu seviyelerdir. Bu kimyasal tepkimede bir molekül şekerden ikişer molekül alkol ve karbondioksit oluşmaktadır.¹⁸



Fermentasyon yolu ile oluşan içkilere bira, şarap, vermut ve likör örnek verilebilir. Arpanın fermentasyonu ile bira oluşurken, meyvelerin özellikle de üzümün fermentasyonu ile şarap meydana gelmektedir.¹⁸

Etil alkolün bazı meyvelerin, meyve sularının, kefir, boza gibi fermentasyon sonucunda meydana gelen yiyecek ve içeceklerin yapısında doğal olarak bulunduğu bilinmektedir.³⁴

Distilasyon yolu: Etil alkolün kaynama noktasının suyun kaynama noktasından düşük olması özelliğinden yararlanılarak fermentasyon yoluyla üretilen etil alkol buharlaştırılır ve sudan ayrılarak ayrı bir yere toplanır. Bu işlem distilasyon olarak adlandırılır. Rakı, votka, cin, viski ve kanyak bu yol ile elde edilen içkilerdendir.¹⁸

Fermentasyon yolu ile elde edilen birada hacim olarak %4-8, şarapta %9-14; distilasyon yöntemi ile elde edilen içkilerde ise ortalama %35-45 oranında etil alkol bulunmaktadır. İçkilerin etil alkol oranları, üretildikleri ülkeler ve üretim şekline bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.¹⁸

Alkollü içeceklerde etanol ile birlikte içkilerin tadını, kokusunu meydana getiren kongoner alkol adı verilen katkı maddeleri bulunmaktadır. Bu katkı maddeleri fermentasyon sonucu oluşan organik asitler veya esterler olabileceği gibi, metil alkol de olabilir. Alkollü içkilerin kongoner profilleri ve düzey aralıkları bilindiğinden veya kıyaslama yapılarak öğrenilebileceğinden, kişinin tükettiği alkollü içeceğin ne olduğu

ile ilgili tahminler yapılabilmektedir. İçerik analizi olay sonrası alkol tüketiminin doğrulanması açısından kabul edilen bir yöntemlerden biridir.³⁵

2.2.2. Etil Alkolün Farmakokinetiği

2.2.2.1. Etil Alkolün Vücutta Emilimi

Etil alkol akciğerlerden solunum yoluyla, oral yolla, enjeksiyon yoluyla veya rektal uygulama yoluyla vücuda alınabilmektedir. Vücuda girişinin genelde oral yoldan olduğu, ağızdan alınan alkolün yaklaşık %20'sinin mideden, %80'ine yakınının duodenum ve jejunumdan pasif difüzyonla tama yakın olarak absorbe edildiği, çok az miktarının ise ağız, özefagus, ileum ve kalın barsaklardan emilerek kısa sürede doğrudan kana geçtiği belirtilmektedir. Farmakolojik preparatların etken maddesi olarak da kullanılabilen alkolün rektal yoldan uygulanan ilaçlar aracılığıyla vücuda girdiği durumlarda, kolon mukozasından kolayca absorbe edilebildiği belirtilmektedir.³⁶

Optimum koşullarda oral yoldan alınan alkolün büyük çoğunluğu mide ve ince barsaklardan 30-60 dakika içinde absorbe olmaktadır ve hızlıca vücut sıvılarına dağılım göstermektedir. Etanol absorpsiyonu ve toksikasyonu, etanol buharının solunması veya dermal maruziyeti ile de görülebilmektedir.^{36,37}

Alkol emilimini etkileyen parametreler arasında, içki içme paterni ve dozu, kişisel faktörler, gastrik boşalma hızı ve yiyeceklerin etkisi gibi etmenler bulunmaktadır.

İçki içme paterni ve dozu: İçilen içkinin alkol oranı ve midede yiyecek varlığı alkol emilim hızını etkileyen temel faktörlerden olmakla birlikte, kandaki etanol konsantrasyonunun en yüksek değerine ulaşmasına kadar geçen süre (t_{max}) birçok faktöre bağlıdır. Etanol ile birlikte alınan diğer sıvı maddelerin miktarının t_{max} 'ın belirlenmesindeki rolü diğer faktörlere göre daha önemsiz kalmaktadır. Daha belirleyici olan ise alınan etanol miktarıdır.³⁷

Kişisel faktörler: Emilim hızını etkileyen bir çok kişisel faktör bulunmaktadır. Yaş, cinsiyet, kilo, kan şekeri seviyesi, gastrektomi geçirmiş olma, alkole karşı tolerans bunlardan bazılarıdır.^{38,39}

Gastrik boşalım hızı: Alkollü içkilerin içerdiği etanol dışı elemanlar gastrik boşalma hızını etkileyerek etanol emilim hızını etkileyebilir. Gastrik boşalım hızı,

emilim hızını belirleyen en önemli etmendir. Bu sebeple, mide boşalma hızını etkileyen durumlar, t_{max} 'ı etkileyen en önemli faktörler olarak kabul edilmektedir.³⁷

Hiperglisemi gastrik boşalmayı yavaşlatırken, hipoglisemi ise hızlandırmaktadır. Kan şeker seviyesi örneğinde olduğu gibi gastrik motiliteyi etkileyen birçok faktör dolaylı olarak alkolün emilim hızı ve oranını da etkilemektedir. Gastrik motiliteyi etkileyen ilaçlar ve pilorik sfinkterin açılmasını geciktirerek alkolün absorpsiyon hızını azaltan sigara bu faktörlere örnek olarak verilebilir.^{38,39}

Yiyeceklerin etkisi: Alkol almadan önce yenilen yemeğin miktarı, emilim hızını geciktirmede yemeğin içeriğine göre daha etkilidir. Yemek yendikten sonra alınan alkolün kan alkol konsantrasyonu eğrileri, aç karna tüketilen alkolün kan alkol konsantrasyon eğrilerine göre daha düşük seviyelerde seyretmektedir.³⁷

2.2.2.2. Etil Alkolün Vücutta Dağılımı

Etanolün vücutta dağılım hacmi, alkolün dağılım katsayısı ve kan konsantrasyonu ile orantılıdır.⁴⁰ Etanolün emilimi sırasında arteriyel kanda, venöz kana oranla alkol düzeyi %60 oranında daha yüksek bulunur. Emilim tamamlandıktan sonra bu fark ortadan kalkar.^{15,41} Ancak daha hızlı bir emilim söz konusu ise arteriyel kandaki oran venöz kandakine göre çok daha fazla olabilir.⁴²

Venöz dolaşıma karışan etil alkol başlıca iki yol izler. Birincisi doğrudan portal dolaşım yolu ile karaciğere ulaşması, ikincisi ise önce kalp üzerinden pulmoner dolaşıma geçerek daha sonra sistemik dolaşım yolu ile karaciğere ulaşması şeklindedir.⁴¹ Etil alkolün vücutta dağılım hacmi 0,5-0,7 l/kg'dır.⁴³

Etil alkol emiliminden 10 dakika sonra beyin, böbrek ve karaciğer parankim hücreleri ile kan konsantrasyonları arasında bir denge oluşur.^{15,44}

Adipoz doku miktarı alkol dağılım hızını etkilemektedir. Yağ oranı düşük kişiler daha fazla su içeriğine sahip olduğundan, bu kişilerin vücudunda alkolün dağılım miktarı daha fazla olmakta ve kan alkol konsantrasyonu daha düşük kalmaktadır. Aynı ağırlıktaki kadın ve erkeğin aynı miktarda alkol aldığı durumda, kadındaki kan alkol konsantrasyonunun (etil alkolün aynı oranda metabolize edildiği varsayıldığı durumda), yaklaşık %25 daha fazla olacağı belirtilmektedir.^{38,39}

Alkolü metabolize eden karaciğer dışı dokulardan en önemlisi olan mide mukozasındaki alkol dehidrogenaz (ADH) etkinliğinin, kadınlarda erkeklerdekinin

yaklaşık yarısı kadar olduğu ve mideden absorbe edilen alkolün yıkılma hızının kadınlarda erkeklerdekinin dörtte biri kadar olduğunun saptandığı, erkek ve kadınlar arasında sözü edilen duyarlılık farkında bu faktörün de etkili olduğu vurgulanmaktadır. 41,45

2.2.2.3. Etil Alkolün Metabolizması

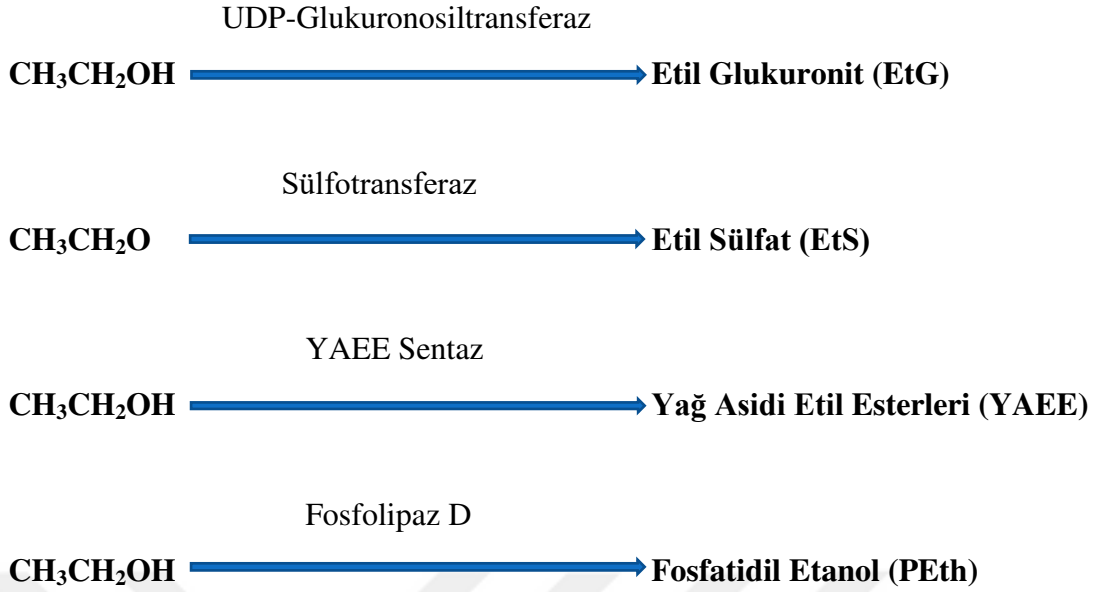
Alkol tüketiminden sonraki süreçte etanolün vücuttaki absorpsiyonu, dağılım ve metabolizmasından daha hızlı olduğu için kan alkol konsantrasyonu grafiklerinde ilk olarak yükselme fazı görülür. Bir süre sonra alkolün absorpsiyon hızı yavaşlar ve belirli bir noktada metabolizma hızı atılım hızına eşit hale gelir. Bu noktadan sonra kan alkol konsantrasyon eğrisi düşüş fazına geçer.⁴⁶

Kişi tarafından alınan etanolün %98'inin karaciğerde biyotransformasyon yoluyla elimine edildiği bilinmektedir. Bazı kaynaklarda vücuda fazla oranda alkol alınmışsa bu oranın %90'a kadar düşebileceği, metabolize edilemeyen kalan kısmın ise değişmeden akciğerlerden, böbreklerden ve ter bezleri tarafından salgılanarak atılacağı belirtilmektedir. Gıdalarla birlikte alkol alınması durumunda emilen alkol miktarında azalma olabileceği ve etil alkolün bir kısmının feçesle de atılabileceği vurgulanmaktadır. Emilim hızı yavaşlayınca portal sistemdeki daha fazla alkol sistemik dolaşıma geçmeden metabolize olabilir, böylelikle gıdalarla birlikte alınan etil alkolün %17-20'sinin sistemik dolaşıma girmeden metabolize edilebileceği belirtilmektedir. Bu etki ilk geçiş etkisi olarak bilinmektedir.^{36,47}

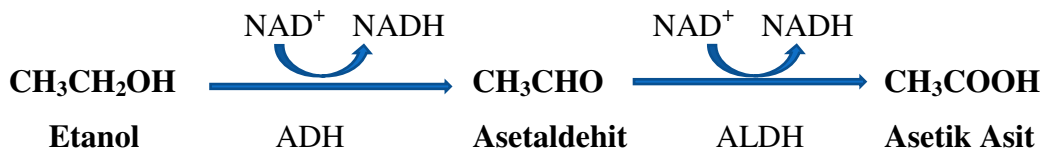
Vücuda alınan etanolün karaciğerde oksidatif metabolizma ile elimine edilmeden kalan çok az kısmının bir miktarının, glukuronik asit ve sülfat ile konjugasyon reaksiyonlarına katılması sonucu etil glukuronid (EtG) ve etil sülfat (EtS) oluşur.^{48,49}

Etanolün diğer non-oksidatif metabolitleri arasında çeşitli yağ asidi etil esterleri (YAEE) ve fosfotidil etanol (PEth) bulunmaktadır. Bu metabolitler aşırı alkol kullanımında biyobelirteç olarak kullanılmaktadır.⁴⁶

Etanol metabolizmasında oksijen varlığında asetaldahit meydana gelmesiyle sonuçlanan iki ana yolak bulunmaktadır. Bu yolaklar alkol dehidrogenaz (ADH) yolağı ve mikrozomal etanol okside edici sistem (MEOS) yolağıdır.⁵⁰

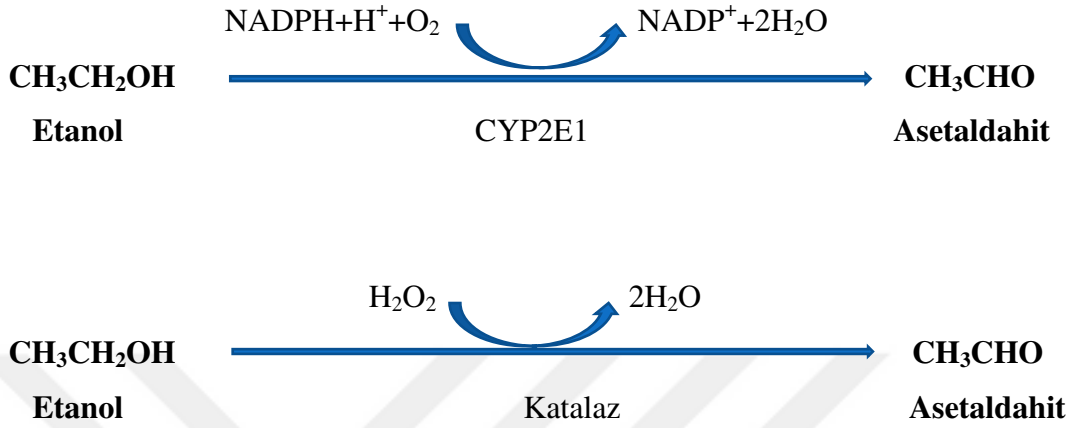


Alkol dehidrogenaz Yolağı: Alkol metabolizmasındaki primer yolak sitozolik enzimlerden ADH'ı içerir ve bu enzim alkolü asetaldehite dönüştürür. Bu enzim ağırlıklı olarak karaciğerde, az bir miktarda ise beyin ve mide gibi organlarda bulunur. Bu enzimde önemli ölçüde genetik varyasyonlar bulunmaktadır. Bu durum etanol metabolizmasının hızını ve alkol kullanım bozukluğuna yatkınlığı etkilemektedir. Bu yolakta hidrojen iyonunun etanolden kofaktör olan nikotinamid adenin dinükleotide (NAD^+) transfer edilmesiyle indirgenmiş nikotinamid adenin dinükleotit (NADH) oluşmaktadır. Fazla miktarda NADH üretiminin kronik alkolizme eşlik eden metabolik bozukluklarda ve akut alkol zehirlenmesinde görülen laktik asidoz ve hipoglisemiye neden olduğu belirtilmektedir.⁵⁰



Mikrozomal Etanol Okside Edici Sistem Yolağı: Bu yolakta kofaktör olarak indirgenmiş nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NADPH) kullanılmakta ve enzim sistemi primer olarak sitokrom P450 enzimlerinden CYP2E1, CYP1A2 ve CYP3A4'den oluşmaktadır. MEOS yolağı, kronik alkol tüketiminde indüklenmektedir. Bunun sonucu olarak etanol metabolizması yanında, sitokrom P450 enzimleri ile

metabolize olan diğer maddelerin metabolizmasında da anlamlı artışa yol açmakta ve meydana gelen toksik ürünlerin (toksinler, serbest radikaller, H_2O_2) miktarını artırmaktadır.⁵⁰



Asetaldehitin Metabolizması: Etanolün metabolize edilmesiyle meydana gelen asetaldehit, aldehit dehidrogenaz (ALDH) enzimi ile okside edilmekte ve asetik asite (asetat) dönüşmektedir. Asetat ise daha sonra asetil coA sentetaz enzimi aracılığıyla su ve karbondioksit ile metabolize olmakta, asetil coA'ya dönüşmektedir.⁵⁰

Asetaldehitin ALDH enzimi tarafından oksidasyonu, disülfiram ile inhibe olmaktadır. Disülfiram varlığında alkol alınması durumunda asetaldahit birikimi olmakta, buna bağlı olarak bulantı, kusma, yüzde kızarma, sersemlik hissi gibi semptomlar görülmektedir. Bazı ilaçlar da benzer şekilde bu enzimi inhibe ederek disülfiram benzeri reaksiyona neden olur. Bazı insanlarda ALDH enziminde bulunan defekt nedeniyle de, alkol alımını takiben artan asetaldahite bağlı istenmeyen klinik bulgular ortaya çıkmaktadır.⁵⁰

2.2.2.4. Etil Alkolün Vücuttan Atılımı

Etanolün %2-10'luk kısmı değişmeden ter, nefes ve idrar ile atılmaktadır.⁴⁶ Kandaki etanol miktarı arttıkça bu oran da artış gösterecektir.³⁶

Üriner Atılım: Etanolün küçük bir fraksiyonu glomerüler filtrasyon ile temizlenir.³⁶

Pulmoner Atılım: Solunum yoluyla atılan etanol miktarı, solunum hızı ve kan etanol konsantrasyonuna göre değişmektedir.³⁷

Terleme yoluyla atılım: Terleme yoluyla atılan etanol miktarı, metabolize olan ve diğer yollardan atılan etanole kıyasla önemsiz miktardadır.³⁷

2.2.3. Etil Alkolün Biyobelirteçleri

Akut veya kronik alkol kullanımının tespit edilmesi sonuçları itibariyle adli ve klinik açıdan büyük öneme sahiptir. Etanol kullanımının veya yoksunluğun takibi, iş yeri alkol testleri, ehliyeti iptal edilen sürücülerin yeniden ehliyet sahibi olma sürecinin takibi, velayet davaları ve evlat edinme süreci gibi durumlar bunlardan bazılarıdır.⁵¹

Alkol alımını gösteren farklı duyarlılık ve özgüllüğe sahip birçok biyobelirteç vardır. Bu belirteçler direkt ve indirekt belirteçler olarak sınıflandırılmaktadır. Alkol tüketimini takiben etanolün metabolizma edilmesi sonucunda ortaya çıkan ürünler direkt biyobelirteçler olarak adlandırılmaktadır. İndirekt biyobelirteçler ise akut ve kronik alkol alım süreçlerinde, organ ve dokularda cevap olarak oluşan hücresel değişiklikler ve enzimlerdir.⁵² Bu sebeple direkt alkol belirteçleri daha çok yakın zamanlı alkol kullanım tespitlerinde kullanılırken, indirekt belirteçler ise kronik alkol kullanımı veya yoğun alkol alımı dönemlerinde kullanılan belirteçlerdir.^{51,53}

Etil glukuronit, etil sülfat, fosfatidil etanol, yağ asidi etil esterleri ve 5-hidroksitriptofol direk biyobelirteçlerdendir.^{53,54} Özellikle EtG, EtS ve YAAE'nin duyarlılıkları ve özgüllükleri yüksek olduğundan son yıllarda alkol alımının tespitinde kullanılmaları yaygınlaşmıştır.⁵⁵

Fazla miktarda alınan etanolün karaciğer hücreleri üzerine olan toksik etkileri sonucu yükselen aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), gama-glutamilttransferaz (GGT) enzimleri ile karbonhidrattan yoksun transferrin (KYT) ve ortalama korpusküler hacim (MCV) ise indirekt biyobelirteçler arasında bulunmaktadır.⁵⁶ GGT karaciğer enzimleri arasında en çok kullanılan etanol biyobelirtecidir ancak bu enzim yaş, obezite, hepatit C, sigara kullanımı, diyabet, viral enfeksiyonlar gibi durumlardan da etkilenebilmektedir. Aşırı alkol tüketimi eritrosit hücrelerine toksik etki yaparak hücre zarının lipid yapısını değiştirir ve MCV değerinin yükselmesine neden olur. MCV'nin B12 ve folat eksikliği, alkolle ilgili olmayan karaciğer hastalıkları ve anemi gibi nedenlerden etkilenebilmesi bu belirtecin kullanımını sınırlandıran etmenlerdir. Bir diğer alkol belirteci olan transferrinler karbohidrat formunda olan ve farklı elektrik yükleri taşıyan birden fazla formda bulunan moleküllerdir.

Sağlıklı bir insanda transferrinlerin %80'i ana moleküle dört sialik asit bağlı olan tetrasialotransferrindir.⁵⁷ Asetaldehitin sialik asit kısmının transferrine eklenmesini engellediği bilinmektedir. KYT; MCV ve GGT'ye göre ümmün yetmezliği olan hastalar dışında ilaçlardan etkilenmemesi nedeniyle adli ve klinik tıpta daha çok tercih edilmektedir. KYT alkol bağımlılığı tedavisinde bir etanol biyobelirteci olarak hastaların takibinde kullanılmaktadır. Ayrıca ameliyat öncesi hastaların taranmasında da önemli ölçüde yararlanır. Ancak yine de genetik varyasyonlar ve KYT değerini yükselten alkol kullanım miktarının farklı çalışmalarda çok fazla değişkenlik göstermesi bu belirtecin kısıtlılıklarını oluşturmaktadır.⁵⁸

2.2.4. Etil Alkol İntoksikasyonu

Etanol insan vücudundaki birçok doku, organ ve sistemi etkilemektedir. Tüketilmesinin ardından ilk anlarda uyarıcı etkiler gösterse de daha sonra merkezi sinir sistemini inhibe ederek depresan etkilerde bulunmaktadır. Tek seferde belli bir seviyenin üzerinde alkol tüketilmesi, yüksek kan alkol konsantrasyonuna sebep olarak merkezi sinir sisteminin etkilenmesine, solunum sorunlarına, komaya ve hatta ölüme sebep olabilmektedir. Aşırı alkol tüketimi sebebiyle beyin hücrelerinin etkilenmesi sonucu görme, hafıza ve öğrenme yeteneğinde geri dönüşümsüz kayıplar yaşanması gibi sorunlar görülmektedir. Alkol metabolizmasından sorumlu esas organ olan karaciğerde aşırı alkol tüketilmesi sonucunda siroz ve yağlanma gibi bazı istenmeyen değişiklikler olmaktadır. Bu değişiklikler bazı durumlarda kalıcı olurken bazı durumlarda ise alkol alınmadığında düzelme gösterebilmektedir.^{59,60}

Kronik alkol kullanıcılarında diyabet, mide ve bağırsak ülserleri, şiddetli psikolojik depresyon, bağışıklık sisteminde bozulma, kemik yapılarının bozulması ve osteoporoz, kalp ve damar hastalıkları ile özefagus, mide, karaciğer ve akciğer kanseri gibi maligniteler görülebilecek sağlık sorunları arasındadır.^{59,60}

Akut alkol zehirlenmelerinin daha çok 200-300 mg/dl kan alkol konsantrasyonundan sonra gerçekleştiği, 350-400 mg/dl'den sonra ise koma ve ölüm görülebileceği belirtilmektedir. Ancak bu seviyeler çocuklarda, kronik alkol kullanıcılarında veya alkolün hipnotik ve merkezi sinir sistemi depresanları gibi maddelerle birlikte alınması durumlarında değişiklik gösterebilecektir.^{59,60}

Adli tıp pratiğinde kullanılan, Türk Ceza Kanunu'nda tanımlanan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendirilmesi rehberinde; klinik bulguların da desteklemesi şartıyla, kan alkol düzeyinin 250 mg/dl ve üzerinde olması yaşamsal tehlike kriteri olarak belirtilmektedir.⁶¹

Etil alkol toksikasyonunda ölüme neden olan temel mekanizma, solunum merkezinin deprese olmasıdır. Etanolün metabolizması sonucu oluşan asetaldehit belli bir seviyeye kadar solunumu uyarırken, belli bir seviyenin üzerinde solunumu deprese etmektedir. Solunum depresyonundan başka; miyokart depresyonu, alkolik ketoasidoz, hipoglisemik koma, hipotermi, gıda aspirasyonu ve maruz kalınan sekonder travmalar da ölüme sebebiyet verebilmektedir.¹⁸

Akut alkol intoksikasyonuna bağlı otopsi bulguları spesifik değilken, kronik alkol toksikasyonuna bağlı ölümlerde görülen postmortem bulgular tipik denebilecek düzeydedir. Kronik alkolizme bağlı beyin ve beyincikte atrofi, splenomegali, portal hipertansiyona bağlı varisler ile karaciğerde erken aşamalarda büyüme, yağlanma, gergin kapsül ve soluk görünüm olurken ileri aşamada atrofi, kıvamda sertleşme, gri-sarımsak renk değişimi karşılaşılan organ patolojileri arasındadır.¹⁸

2.3. Metil Alkol

Metil alkol; renksiz, uçucu, yanıcı, kokusu etil alkole benzeyen, alevlenme noktası 10°C ve kaynama noktası 65°C olan bir sıvıdır. Endüstride lak, vernik çözücüsü, organik maddelerin (plastik boya, film vb.) hazırlanması veya otomobillerde antifriz maddesi olarak kullanılması ve alkol denatürasyonunda etil alkole %5-10 oranında katılması gibi kullanım alanları vardır.⁶²⁻⁶⁴

Metanol başlıca odunun destrüktif distilasyonu ile elde edilmekte olup etil alkol üretim sürecinde de bir miktar oluştuğu bilinmektedir. Üretim esnasında kaynama noktaları farkından yararlanılarak bileşiklerin birbirlerinden ayrılımları sağlanmaktadır. Damıtık alkollü içkilerde; alkol üretimi sırasında üzüm cibreleri, kabuk, çekirdek ve sap ile birlikte fermentasyona tabi tutulduklarından; bu kısımlarda bulunan çözünebilir pektik maddeler sıraya geçmekte ve pektolitik enzimler tarafından hidrolize uğrayarak metil alkol oluşmasına neden olmaktadır.⁶⁵

Metil alkol ucuz olması sebebiyle sahte alkol üreticileri tarafından alkollü içkilere katılabilmektedir. Bu sahte alkollerin tüketimi ve metanolün suicidal amaçlı

veya özellikle çocuklar tarafından kaza ile içilmesi gibi durumlar ölümlere neden olabilmektedir. İnhalasyonel ve cilt toksisitesine bağlı intoksikasyonlar da bildirilmiştir.^{17,66-68}

Metanolün santral sinir sistemi üzerine depresan etkisi, etil alkole göre daha az lipofilik olması nedeniyle göreceli olarak zayıftır. Ancak metanolün metabolitleri, etil alkol metabolitlerine göre çok daha toksik bir maddedir. Tek başına tüketiminin sarhoşluk yapıcı etkisi pek bulunmamaktadır ancak genellikle etil alkolle karıştırıldığı için, etil alkole bağlı sarhoşluk gelişebildiği görülmektedir.²²

2.3.1. Metil Alkolün Farmakokinetiği

Metanol gastrointestinal sistemden kolayca emilir ve hızlı bir şekilde vücut sıvılarına dağılır ($V_d=0,6-0,77$ l/kg). Plazma proteinlerine bağlanmaz. Etanolün onda biri kadar oranda ADH ile yavaşça metabolize edilir. Bildirilen yarı ömür metanol serum konsantrasyonuna ve metabolizmasının engellenip engellenmediğine (örneğin etanol veya fomepizol tarafından) bağlı olarak 2,5-87 saat arasında değişir. Az bir kısmı değişmeden üriner sistem veya solunum yolu aracılığıyla atılır.⁶⁹

Etil alkol, ADH enzimi için yarışmalı bir substrattır ve metanolün formaldehite metabolizmasını yüksek derecede engeller.⁷⁰ Formaldehit metanole göre 33 kat daha toksiktir. Yarılanma ömrü 1-2 dk gibi çok kısa olan formaldehitin bu nedenle varlığı gösterilemez. Formaldehit kısa sürede metanolden 6 kat toksik olan formik aside dönüşür. Formik asit ise folata bağlı enzimlerin yardımıyla su ve karbondioksit dönüştürülerek vücuttan uzaklaştırılır.^{71,72}

2.3.2. Metil Alkol İntoksikasyonu

Metanolün kendisi toksik bir madde değildir, doku hasarı meydana getirebilmesi için karaciğerde metabolize olması gerekmektedir. Bu nedenle sıklıkla metanolün vücuda alınmasından 12-24 saat sonra metanol zehirlenmesine bağlı klinik bulgu ve semptomlar ortaya çıkmaktadır. Etil alkol, metanol ile ADH enzimi için yarışacağından kişi metanolü etil alkol ile birlikte tüketmiş ise klinik bulgu ve semptomların görülme süresi daha da uzayacaktır. Klinik belirtilerin şiddeti doza ve kişiye göre değişkenlik gösterecektir.⁷³

Kanda tespit edilen 20 mg/dl'nin üzerindeki miktarların toksik düzey olduğu; 40 mg/dl kan değerlerinin üstünde ciddi bozukluklara yol açtığı, 80 mg/dl kan değerinin letal düzey olduğu kabul edilmektedir. Adli tıp uygulamalarında klinik bulguların da desteklemesi şartıyla kan metanol düzeyinin 30 mg/dl üzerinde değerlerin bulunması veya görme fonksiyonlarına ait problemlerin olması halinde “yaşamsal tehlike” oluşturduğu kabul edilmektedir.¹⁸

Metanol zehirlenmesine bağlı görülen santral sinir sistemi semptomları arasında baş ağrısı, baş dönmesi, sersemlik hali ve nöbet geçirme gibi semptomlar bulunmaktadır. Beyin tomografilerinde putamen nekrozu, beyaz cevher hasarı, nadiren de kafa içi kanamalar görülebilir. Görme bozuklukları zehirlenme durumunda en sık görülen belirtiler olup; fotofobi, bulanık görme veya körlük gibi kalıcı göz hasarları oluşabilir. Akut intoksikasyonlarda körlük gelişmeden ölüm meydana gelmektedir. Karın ağrısı, bulantı, kusma, gastrit ve pankreatit gastrointestinal sistem belirtileri arasında sayılmaktadır. Ciddi olgularda rabdomiyoliz, böbrek yetmezliği, koma ve ölüm görülmektedir.⁷³ Metil alkol zehirlenmesinde ölümün esas nedeni şiddetli asidoz ve onun komplikasyonlarıdır.²²

Metil alkol zehirlenmesinde başlıca iki önemli tedavi yaklaşımı vardır. Bunlardan ilki sodyum bikarbonat solüsyonu infüzyonu yapılarak asidozun düzeltilmesidir. Asidoz formaldehitin retina üzerindeki toksik etkisini arttırıcı bir etken olduğundan, asidozun düzeltilmesi körlüğün gelişmesini önleyebilir. Bir diğer tedavi yolu ise etil alkol verilmesidir. Alkol metabolizma enzimlerinin etil alkole afinitesi daha fazla olduğundan etil alkol metil alkolün yıkımını, dolayısıyla toksik metabolitlere dönüşmesini yavaşlatarak etki eder ve tedavi için zaman kazandırır.²²

Akut etil alkol intoksikasyonunda olduğu gibi metil alkol intoksikasyonunda da spesifik otopsi bulguları yoktur. Metil alkol ağızdan alınmışsa mide mukozasında, inhalasyonla alınmışsa solunum yolları ve akciğerlerde ödem ve kanama bulguları görülebilir. Ayrıca visseral konjesyon, beyin ödemi gibi spesifik olmayan bulgular meydana gelebilir. Uzun süre metil alkole maruz kalan kişilerde optik sinirde atrofi, pankreasta hemorajik nekroz sahaları, merkezi sinir sisteminde dejeneratif değişiklikler, karaciğer parankiminde orta dereceli yağ infiltrasyonu, böbrekte yağ infiltrasyonu, kalp kasında yağlı dejenerasyon gibi bulgulara rastlanılabilir.¹⁸

2.4. Alkol Düzeyi Ölçümü

Alkollü kişilerin tayini ve alkol düzeylerinin tespiti, gerekli durumlarda alkol alım zamanının ve miktarının belirlenebilmesi adli durumlar açısından büyük önem taşımaktadır.⁷⁴

Alkol düzeyinin tespitinde birçok biyobelirteç kullanılmaktadır. Bunlardan biri rutin biyokimyasal testlerdir. Ancak biyokimyasal testlerin sonuçları kronik alkol kullanımından etkilenir ve test sonuçlarında artış gözlemlenir. Biyokimyasal testlerin alkol dışında diğer faktörlerden de etkilenebildiği düşünülmektedir.⁷⁵

En sık kullanılan yöntem kanda ve idrarda yapılan doğrudan etanol miktar tayinidir. Serumda, idrarda, vücut sıvılarında veya nefeste etanol tespiti gibi doğrudan etanol tespitinde kullanılan biyobelirteçler, alkol tespitinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Fakat alkol vücuttan hızla atıldığı için, bu biyobelirteçler yalnızca son alkol alımını test etmek için kullanılabilir. Direkt alkol biyobelirteçleri kısa süreli tespitte etkili olduğundan, indirekt alkol testleri giderek daha fazla kullanılmaktadır.⁷⁵

Tablo 1. Etanolün vücutta dağılım katsayıları⁷⁶

Etanol dağılım katsayıları	
Tam Kan	1,00
Plazma/Serum	1,14-1,16
Tükürük	1,12
Yağ Dokusu	0,019
Tüm Vücut/Erkek	0,68
Tüm Vücut/Kadın	0,55
İdrar	1,35
Beyin	1,17
BOS	1,1
Karaciğer	0,91
Böbrek	0,7
Nefes	0,000476 (1/2100)

2.4.1. Kandan Alkol Düzeyi Ölçümü

Alkol düzeyi tespitinde en güvenilir yöntem venöz kan analizi yapılmasıdır.^{77,78} Analiz için alınan kan örneğindeki alkolün kontaminasyonunu ve endojen alkol oluşumunu engellemek için; bu örnekler sodyum florür, sodyum azit, iyodoasetat gibi maddeler içeren tüplere alınmaktadır.⁷⁹

Kandan alkol düzeyi tespitinde kimyasal yöntemler, enzimatik yöntemler, headspace gaz kromatografisi gibi teknikler kullanılmaktadır.

Kimyasal Yöntemler: Bu işlem öncesinde kandaki etil alkol biyolojik materyalden izole edilir. Bu işlem distilasyon, havalandırma veya diffüzyon yoluyla yapılabilir. Sonra etil alkol yükseltgenme reaksiyonuna sokulur. Reaksiyona girmeyen yükseltgen miktarı tayin edilerek etil alkol miktarı saptanır. Kimyasal yöntemler arasında Conway mikrodifüzyon yöntemi, Widmark metodu, modifiye Bogen distilasyon yöntemi bulunur.⁷⁹

- a) **Conway Mikrodifüzyon Yöntemi:** Etanol, metanol ve formaldehit tayini amacı ile kullanılan bu yöntemde; incelenen örneğin içerdiği indirgen maddenin, yükseltgen reaktifi indirgeyerek renk değişimi oluşturması prensibinden yararlanılır.⁸⁰
- b) **Kimyasal Oksidasyon (Widmark Metodu):** Kan numunesinin 60°C’de, Widmark’ın kapalı distilasyon kabında, potasyum bikromat ve sülfirik asit ile titrasyonu sonucunda meydana gelen renk değişimi esasına dayanarak kan alkol konsantrasyonunu gösterir.⁸⁰
- c) **Modifiye Bogen Distilasyon Yöntemi:** Distilasyon yoluyla serbestleştirilen etil alkol, potasyum dikromat ve sülfirik asit karışımına tabi tutulur ve bu reaksiyon sonucunda yeşil renk oluşur. Oluşan yeşil rengin şiddeti, etil alkol miktarı ile orantılıdır. Oluşan rengin optik dansitesi spektrofotometrede okunur ve elde edilen absorbans değerlerine göre etil alkol tayini yapılır.⁷⁹

Enzimatik yöntemler: Rutinde en çok kullanılan kan alkol tespiti yöntemidir. Alkol oksidaz (AO) ve alkol dehidrogenaz (ADH) analizde kullanılan enzimlerdir. AO enzimi aracılığıyla yapılan analiz, O₂ tüketimine ve peroksit oluşumu prensibine dayanmaktadır. ADH enzimi aracılığıyla yapılan analiz ise etanolün asetaldehide oksidasyonunu temel alır. Enzimatik ölçümde laktat-LDH interferansı görülür. Bu yöntem; LDH artışı görülen durumlarda, hemolizde ve laktatlı ringer verilen hastalarda yanlış yüksek etanol sonuçlarına sebep olabilir. Postmortem örneklerde enzimatik yöntem ile çalışma bu nedenlerden dolayı uygun değildir.^{81,82}

Headspace gaz kromatografisi yöntemi: Gaz kromatografisi etil alkolün tespitinde referans metot olarak kabul edilmektedir. Bu yöntemde; tam kan örneğinin orijinal headspace şişelerine alınmasının ardından örneğin üzerine n-butanol ilave edilir

ve hazırlanan numuneler headspace gaz kromatografi cihazına yerleştirilir. İyon ve moleköl halinde bulunan sıvı ve gaz karışımlarındaki bileşiklerin, bir faz sisteminde dağılım denge farklarına dayanarak ayrımlarını sağlayan, bu yolla alkol düzeyi tespiti yapılan bir yöntemdir. En spesifik yöntem olmasına rağmen pahalı bir metot olmasından ötürü rutinde kullanımı sınırlıdır.^{79,80}

2.4.2. İdrardan Alkol Düzeyi Ölçümü

İdrar örneklerinde etanol analizi EtG testi ile yapılmaktadır. EtG testi çok düşük seviyelerdeki alkolü tespit edebilen oldukça hassas bir yöntem olup bu test ile kişinin son üç gün içerisinde alkol kullanıp kullanmadığına karar verilebilmektedir. Çok düşük (100-500 ng/ml) ve düşük düzey pozitif EtG testi (500-1000 ng/ml), son üç gün içindeki yüksek doz alkol alımını veya son 36 saat içindeki düşük doz alkol alımını gösterir. Yüksek düzey pozitif EtG testi (>1000 ng/ml) ise aynı gün veya bir önceki gün yüksek doz alkol alımını veya aynı gün hafif alkol alımını işaret etmektedir.⁸³

Kan ve idrarda bulunan etanol miktarları arasında bir paralellik vardır ve aralarındaki oran idrar alkolü/kan alkolü=1,35 şeklinde ifade edilebilir.¹⁵ Farklı kaynaklarda ise idrar/kan alkolü oranının 1,10 ile 2,44 arasında değişmekle birlikte ortalama 1,44 olarak hesaplanabileceği belirtilmektedir.^{79,84}

İdrar alkol düzeyinden yararlanabilmek için kanda alkol düzeyinin en yüksek düzeye erişme zamanı seçilmiş olmalı ve kişi idrar ölçümünden yarım saat önce idrarını yapmış olmalıdır.^{15,78} Aksi takdirde içki içmeye başlanmadan önceki mesanede var olan idrar miktarı, yanlış ölçüm sonucuyla karşılaşılmasına neden olabilir.⁷⁸ Alkol tüketildikten sonra, alınan dozun %2'si 7 saate kadar idrarda saptanabilmektedir.⁸⁵

2.4.3. Saçtan Alkol Düzeyi Ölçümü

Saç uzadıkça EtG ve YAEE adı verilen özel belirteçleri emer. Bu belirteçler, kişi saçını kesmediği sürece saçta kalır. Bu belirteçler sadece kan dolaşımında alkol olduğunda üretildiğinden, kıllardaki belirteç miktarı kişinin tükettiği alkol miktarıyla doğru orantı gösterir. Vücuttaki tüm kıllarda EtG ve YAEE araştırılabilir ancak kılların bu metabolitleri depo etmesi kan akımıyla orantılıdır. Vücut kıllarına giden kan konsantrasyonu değişken olduğundan kafa derisi kılları en doğru alkol analizinin yapılabilmesini sağlar.⁸⁶

Saçtan alkol düzeyi tespiti için yaklaşık olarak kalem çapında ve 3-4 cm uzunluğunda olan bir saç örneği gerekir. Ağartıcı, saç boyası, perma ve diğer saç işlemleri testin sonuçlarını değiştiremeye de kişinin saçı çok kısaysa yeterli örnek elde edilemeyeceğinden bu analiz yapılamaz.⁸⁶

Saçtan madde analizi 2008 yılına kadar yalnızca uyuşturucu madde tespiti için kullanılmaktayken günümüzde hem alkol hem de uyuşturucu madde analizinde güvenilir bir şekilde kullanılabilir. Ancak idrardan alkol düzeyi ölçümüne göre çok daha maliyetli bir işlemdir.⁸⁶

Saçtan alkol analizinde, bugüne kadar herhangi bir adulteran madde tespit edilmemiştir. Saçtan alkol testi, alkol kullanımı varlığını diğer tüm alkol analiz yöntemlerinden daha uzun bir süre boyunca tespit eder. Alkol içmeyenler, sosyal içiciler ve ağır içiciler arasında en rahat ayrımı yapan analiz türüdür.⁸⁶

2.4.4. Tükürükten Alkol Düzeyi Ölçümü

Tükürük örneklerinde bulunan 10 mg/dl'nin üzerindeki etil alkol varlığında, kullanılan analiz kitindeki renk değişimi reaksiyonunun ölçülmesine dayanan bir tespit yoludur. Tükürük numunesi alınacak kişilerin ağızlarının içinde rezidüel alkol kalmış olması ihtimaline karşı, bu kişiler alkol tüketimi sonrası en az 15 dakika bekletilmelidir. Bu test sadece etil alkole spesifiktir. Örneğin diabetik ketoasidozda bir kişinin solunum havasında bulunan keton cisimleriyle çapraz reaksiyon vermezler.⁷⁹ Kan alkol düzeyine en yakın sonucu veren yöntem olduğu ifade edilmektedir.⁸⁰

Tükürükten alkol testi idrar testinden biraz daha pahalıdır ancak saç ve kan testine göre daha ucuzdur. Hemen her ortamda numune alınabilme olanağı ve invaziv bir işlem olmaması, bu yöntemin avantajlarındandır. Yaklaşık 10 ila 24 saat gibi nispeten kısa bir algılama süresinin olması ise bu yöntemin bir dezavantajı olarak görülmektedir.⁸⁶

2.4.5. Solunum Havasından Alkol Düzeyi Ölçümü

Nefes alkol testi 1970'li yıllardan bu yana vücuda alınan alkol konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Nefes alkol testinin çalışma prensibi kandaki alkol ile alveoler havadaki alkol arasında belirli bir oran olmasına

dayanır. Henry yasasına göre alveol havası içindeki alkol konsantrasyonu ile kandaki alkol konsantrasyonu doğru orantılıdır.^{87,88}

Alkolmetreler, solunum alkol konsantrasyonu (BrAC) üzerinden belirli bir katsayı ile hesaplama yaparak dolaylı bir şekilde kan alkol konsantrasyonu (BAC) düzeyini gösterir. Amerika, Kanada ve bazı Avrupa ülkelerinin adli tıp uygulamalarında; alkol kullanan bir kişinin 1 cm³ kanıyla 2000 ml'lik solunum havasındaki alkol miktarının yaklaşık olarak aynı düzeyde olması gözlemine dayanarak oluşturulan sabit bir katsayı kan ile solunum alkol düzeyi arasındaki dönüşüm faktörü olarak kabul edilir. Bu sabit değer ülkelere göre değişmekle birlikte örneğin bu sabit değer Fransa'da 1:2000, Kanada'da 1:2100, İtalya'da 1:2300 olarak belirlenmiştir. BrAC/BAC oranı, alkolün farmakokinetiğine ve emilen alkolün miktarına bağlı olmakla birlikte, bireysel faktörlerden ve bireyler arası farklılıklardan etkilenmektedir.^{89,90}

Adli olaylarda ve özellikle trafik kazalarında öncelikle solunum havasından alkol düzeyi tespiti yapılır.⁹¹ Trafik denetimi görevlilerince yapılan ölçümlerde; tarih, saat ve ölçüm sonucu ile cihaza ait seri numarayı gösterir çıktı verebilen ve kalibrasyon ayarı yapılmış alkolmetre cihazları kullanılır.⁹²

2.4.5.1. Solunum Havasından Alkol Tarama Testlerinin Tarihçesi ve Gelişimi

Solunum havasından alkol düzeyi tespitine ilk olarak Francis Edmund Anstie'nin 1874 yılında yaptığı bir çalışmada rastlanılmaktadır. Bu çalışmada alkolün az bir miktarının solunum havası ile atıldığı belirtilmiştir. Daha sonra Anstie, yaptığı çalışmalarla alkolün küçük bir miktarının da değişmeden idrarla atıldığını tespit etmiştir.^{93,94}

Arthur R. Cushny 1910 yılında yaptığı çalışmada, uçucu maddelerin akciğerlerden atılımının, bu maddelerin su çözeltisinden buharlaşmasına benzer bir şekilde gerçekleştiğini ve akciğerlerin bu süreçte aktif bir rol oynamadığını kaydetmiştir.⁹⁵

1927 yılında Emil Bogen, otomobil sayısındaki artışa bağlı olarak kaza riskinin önemli ölçüde arttığını belirtmiştir. Bu dönemde alkolün sürücüler üzerindeki etkisinin saptanmasındaki sorumluluğun, yasal olarak hekimlerin üzerinde olduğunu vurgulamıştır. Bogen çalışmasında, alkollü kişilerin alkol düzeyi tespitinde uyguladığı

muayene yöntemlerini kayıt altına almış ayrıca kan ve idrardan alkol tespitine dair yöntemleri tanımlamıştır.⁹⁶

Solunum havasında alkol seviyesi tespiti için, alkol alan kişilerden 2000 ml hacme sahip bir topun üflenerek şişirilmesi istenmiştir. Top içerisindeki solunum havasının, 5 ml %50'lik sülfürik asit ve %0,33'lük potasyum dikromat çözeltisi ile reaksiyona sokulması sonucunda görülen renk değişimlerinin, daha önceden konsantrasyonu bilinen örnekler ile hazırlanmış skalalarla karşılaştırma yapılarak alkol düzeyi tespit edilmiştir. Renklerin turuncudan, yeşilimsi maviye döndüğü tariflenmiştir.⁹⁶

Bogen yaptığı çalışmalarda, 2000 ml solunum havasında bulunan alkol konsantrasyonunun, 1 ml idrardaki alkol konsantrasyonundan biraz daha fazla olduğunu saptamıştır. İdrar ve solunum havasında bakılan alkol konsantrasyonunu klinik muayene ile birlikte değerlendirilmenin güvenilir sonuçlara ulaşmada önemli olduğunu bildirmiştir.⁹⁶

1930 yılında Liljestrand ve Linde isimli iki araştırmacı, solunum havasındaki alkol konsantrasyonu ile kan alkol konsantrasyonunun benzerlik gösterdiğini, 31°C'de 1 ml kan ile 2000 ml havanın benzer oranda alkol içerdiğini belirtmişlerdir.^{94,97}

1931 yılında Indiana Üniversitesi'nde görevli biyokimya doktoru olan Rolla N Harger, daha önce geliştirilmiş sistemler üzerinde çalışarak “*drunkometer*” ismini verdiği cihazı geliştirmiştir. 1936 yılında bu cihazın patentini almıştır ve bu cihaz sarhoş kişilerde nefesten alkol tespitinde kullanılan ilk pratik test yöntemi olmuştur.⁹⁸

Drunkometer cihazı, 1938'de Indiana eyaletinde polis memurları tarafından denenmiş, başarı sağlaması üzerine solunum havasındaki alkolün düzeyini tespit eden ilk cihaz olarak kayıtlara geçmiştir.^{94,99} Bu cihazın gelişimini, 1941 yılında “*Intoximeter*” ve “*Alcometer*” adı verilen cihazların icadı izlemiştir.⁹⁴

1954 yılında Dr. Robert F. Borkenstein daha önce geliştirilen cihazlara göre daha az yer kaplayan, kullanımı ve taşınması daha kolay olan ve daha güvenilir sonuçlar verdiği ifade edilen “*Breathalyzer*” adı verilen cihazı geliştirmiştir. Bu cihazın birçok ülkede patenti alınmıştır ve ilk olarak 1958 yılında Indianapolis şehrinde ticari üretimine başlanmıştır.^{94,99}

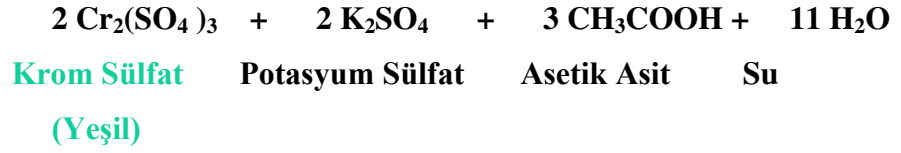
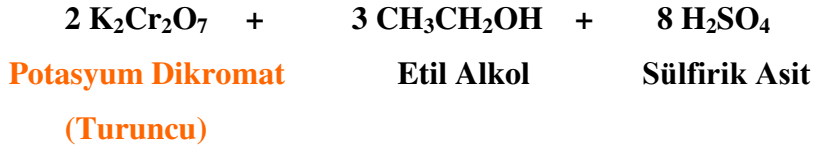
“*Breathalyser*” ve “*Breathalyzer*” terimlerinin her ikisi de bu cihazın tescilli ticari marka adlarıdır. Zamanla bu terimlerin her ikisi de marka adı veya modeli ne olursa olsun bütün nefes testi cihazları ile eş anlamlı olarak kullanılmıştır.¹⁰⁰

Dr. Tom Parry Jones, 1969 yılında İngiltere’deki Lion Laboratuvarları’nda “*Alcolyser*” olarak bilinen, nefeste belirli bir alkol seviyesinin üzerinde renk değiştiren (turuncudan yeşile) kimyasal kristal dolu tüplerin bir araya gelmesi ile oluşan nefes alkol cihazı geliştirmiştir. Daha sonra çalışmalarına devam eden Jones, 1974 yılında ilk elde taşınabilir boyutlu ve elektrokimyasal sensörlü olan “*Alcolmeter*” adlı cihazı geliştirmiş ve 1980 yılında Kraliçe’nin Teknolojik Başarı Ödülü’nü kazanmıştır. İngiltere’de 1979 yılında polis kullanımı için onaylanan bu cihaz, 1980 yılında dünya çapında pazarlanmaya başlanmıştır.^{94,101,102}

2.4.5.2. Alkolmetre Cihazının Çalışma Prensibi

Alkolmetre cihazları; kimyasal reaksiyon sonucu oluşan renk değişiminin ölçülmesi, kızılötesi spektroskopi teknolojisi, yakıt hücresi teknolojisi, kızılötesi ve yakıt hücresi teknolojilerinin bir arada kullanılması veya diğer teknolojilerin bir arada kullanılması gibi farklı çalışma prensiplerine sahiptir.⁸⁸

Kimyasal reaksiyon sonucu oluşan renk değişiminin ölçülmesi prensibine dayanan cihazlar; kimyasal reaksiyon karışımı içeren iki adet şişe ve kimyasal reaksiyonla meydana gelen renk değişimini ölçen bir göstergeye bağlı fotosel sisteminden oluşmaktadır. Cihaza verilen nefes örneğinde bulunan alkol, potasyum dikromat ve sülfirik asit ile reaksiyona girer. Bu reaksiyonda; sülfirik asit alkolü nefes havasından sıvı solüsyona doğru uzaklaştırır. Bu reaksiyon sonucunda; krom sülfat, potasyum sülfat, asetik asit ve su oluşur. Gümüş nitrat bu tepkimede katalizördür. Bu reaksiyon sırasında turuncu dikromat iyonları alkol ile reaksiyona girdiği zaman yeşil krom iyonlarına dönüşür. Renk değişiminin derecesi solunum havasındaki alkol miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Renk değişimi fotosel sistemi tarafından ölçülerek alkol düzeyi tespiti yapılır.¹⁰³



Spektrofotometre yöntemli alkol ölçüm cihazları, molekülleri kızılötesi (IR) ışığını emme biçimlerine göre tanımlayan IR spektroskopisini kullanır. Moleküller sürekli titreşir ve bu titreşimler, moleküller IR ışığını emdiğinde değişir. Titreşimdeki değişiklikler, çeşitli bağların bükülmesini ve gerilmesini içerir. Bir molekül içindeki her bağ türü, farklı dalga boylarında IR'yi emer. Bu nedenle, bir numunedeki etanolü tanımlamak için etanoldeki bağların (CO, OH, CH, CC) dalga boylarına bakmak ve IR ışığının absorpsiyonunu ölçmek gerekmektedir. Absorbe edilen dalga boyları, maddenin etanol olarak tanımlanmasına yardımcı olur ve IR absorpsiyonunun miktarı numunenin içerdiği etanol miktarını belirler.¹⁰³

Yakıt hücre teknolojili alkol ölçüm cihazlarında; yakıt hücresinde iki platin elektrot bulunur. Cihaza verilen solunum havası yakıt hücresinin bir yanından geçerken, platin havadaki alkolü oksitleyerek asetik asit, protonlar ve elektronlar üretir. Elektronlar, platin elektrottan gelen bir telden akar. Tel, bir elektrik akımı ölçere ve diğer taraftaki platin elektrota bağlanır. Protonlar yakıt hücresinin alt kısmında hareket eder ve oksijen diğer taraftaki elektronlarla birleşerek suyu oluşturur. Oksitlenen alkol ne kadar fazlaysa, elektrik akımı o kadar büyük olur. Bir mikroişlemci elektrik akımını ölçer ve BAC'ı hesaplar.¹⁰³

Çalışma prensipleri farklı olsa da; her cihazda kişinin nefesini üfleyebileceği bir ağızlık, solunum havasının ilerleyeceği bir tüp ve havanın toplandığı bir numune odası vardır.¹⁰³

Alkolmetreye üflenilmeden önce akciğer ölü boşluklarındaki hava dışarı atılır ve sonrasında zorlu bir ekspirasyon yapılır. Ekspirasyonda verilen havanın çoğunun ölü boşluk havası olmasından dolayı kişinin zorlu bir ekspirasyon yapması istenir. Bu şekilde birinci saniyede %70 hava verilmiş olmaktadır.^{79,84} Bir kaynakta alkolmetrenin

içine en az 150 ml hava üflenmesi gerektiği belirtilmektedir.¹⁰⁴ Alkolün solunum havasından tespitinde, alkolün alınmasından en az 15 dakika sonrasında yapılan ölçümlerle daha doğru sonuçlar elde edildiği belirtilmektedir.¹⁰⁵

Solunum yoluyla alkol tespiti için Gullberg RG ve arkadaşlarının farklı aletlerde yapmış oldukları çalışma göstermiştir ki standart sapmaları içinde solunum yoluyla alkol tespitinde kullanılan aletler adli tıp açısından kabul edilebilir sonuçlar vermişlerdir.¹⁰⁶

İnvazif bir yöntem olmaması, kullanılması için bir doktora ya da hemşireye ihtiyaç duyulmadan bu konuda eğitim almış kolluk kuvvetleri tarafından da kullanılabilir olması alkolmetrelerin avantajlarından biridir. Solunum havasında yasal limitleri aşan bir oranda alkol olup olmadığı şüphesini kısa bir şekilde giderebilmektedir. Yasal limitlerin çok üstünde olan alkol düzeyi tespitlerinde yeterli bir yöntem olarak görülürken, yasal sınıra yakın alkol düzeyi tespitlerinde ise kan analizinin de yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.^{86,107}

Alkol harici sürüşü etkileyen başka madde kullanımı durumunda o maddelerin saptanamaması, daha analitik bir metot olan gaz spektrometresine göre daha az spesifik olması, cihazın metanol, isopropanol gibi alkollerle çapraz reaksiyon verebilmesi yanı sıra, alkol alan kişinin kusması, ağzında kan olması veya alkol almayan bir kişinin ağzını alkolle çalkalamış olması durumlarında dahi olması gerekenden daha yüksek değerde alkol düzeyinin ölçülmesi alkolmetrelerin dezavantajlarından biridir.^{79,86}

2.4.5.3. Alkolmetre Cihazlarının Bakım ve Kalibrasyonu

Bakım; cihazın üretildiği veya kullanılmaya başlandığı andan itibaren gerçekleşen bir olgudur. Kalibrasyon ise önceden belirlenmiş koşullar altında, bir ölçüm cihazı veya sisteminin gösterdiği değerler ya da bir ölçüm sonucu elde edilen değerler ile bilinen değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren işlemlerdir. Cihazların düzenli aralıklarla bakımlarının yapılması ve kalibre edilmesi, ölçüm teknolojisinin hassaslığını korumasını sağlamaktadır.¹⁰⁸

Alkolmetre cihazlarının kalibrasyonu, ölçüm sonuçları bilinen bir alkol standardına göre karşılaştırma yapılarak cihazın ayarlarının kontrol edilmesi işlemidir. Hassas bir yakıt hücresi sistemini kalibre etmenin yöntemleri arasında ıslak banyo yöntemi ve kuru gaz yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemler, özel ekipman ve bu alanda

eğitimli personel gerektirir. Kuru gaz yöntemi, basınçlı bir kutuda bulunan etanol ve inert nitrojenin hassas bir karışımı olan portatif bir kalibrasyon standardını kullanır. İlk ekipman maliyetleri ıslak banyo yönteminden daha düşüktür, ekipman portatiftir ve nispeten daha kolay bir yöntemdir. Islak banyo yöntemi ise özel bir nefes simülatör ekipmanı bulundurur ve hassas bir konsantrasyonda etanol/su standardı kullanır. Islak banyo yönteminin başlangıç maliyeti daha yüksektir ve taşınabilir olması amaçlanmamıştır. Bazı yarı iletken alkolmetre cihaz modelleri, üniteyi bir kalibrasyon laboratuvarına göndermeye gerek kalmadan sensör modülünün değiştirilmesine izin verecek şekilde özel olarak tasarlanmıştır.¹⁰⁹

Alkolmetre cihazları ile yapılacak ölçümlerde hatalı sonuçların ve bu sonuçların sebep olabileceği idari ve cezai yaptırımların önüne geçmek açısından; kullanılan ölçüm cihazlarının bakım/onarım ve kalibrasyonlarının düzenli aralıklarla yapılması büyük önem taşımaktadır.

2.4.5.4. Solunum Havasından Alkol Düzeyi Ölçümünü Etkileyen Hususlar ve Yanlış Pozitif Ölçümler

Alkolmetre cihazlarıyla yapılan ölçümlerin başlıca analitik, uygulama ve biyolojik etmenler olmak üzere bir çok faktörden etkilenebildiği belirtilmektedir.¹⁷

Alkolmetre aracılığıyla yapılan nefes alkol ölçümlerini etkileyen analitik ve uygulama kaynaklı değişkenlerden en önemlisi, cihazın kalibrasyon ayarlarıdır. Kalibrasyon ayarları yapılmadan kullanılan cihazlarla yapılan ölçümlerde, gerçekte olan alkol düzeyinden daha yüksek veya daha düşük sonuçlar alınabilir. Aseton, toluen, metil alkol, formaldehit gibi etanol dışı uçucu maddelerin de ölçülmesi, ölçümlerde yanıltıcı sonuçların görülmesine örnek olarak verilebilir. Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde trafik denetlemelerinde kullanılan cihazların kalibre edilmiş olması gerektiği belirtilmiştir.^{13,110}

Nefes alkol testlerini etkileyebilen biyolojik durumlar arasında; gastroözofageal reflü ve diyabet gibi hastalıkların varlığı, yüksek karbonhidratlı diyet ya da sindirim sisteminin endojen fermentasyon yoluyla alkol üretmesine neden olan nadir hastalıklar vb. bulunmaktadır. Bu gibi durumların ölçüm sonuçlarına etki etmesinin önüne geçilmesi için, kullanılan cihazların sensör sistemlerinin gerekli seçiciliğe sahip olması ve kalibrasyon ayarları kontrollerinin düzenli aralıklarla yapılması gerekmektedir.¹⁷

Nefes alkol testinde yanlış pozitif sonuca sebep olabilen durumlar arasında astım tedavisinde kullanılan inhaler ilaçlar, etanol içeren farmasötik preparatlar, ağız spreyleri, bazı kanser ilaçları ve homeopatik preparatların kullanımı bulunmaktadır.¹¹¹⁻¹¹⁴ Nefes alkol testini etkileyen başka bir durumun test öncesinde alkol bazlı el dezenfektanı kullanımı olduğu söylenmektedir.¹¹⁵

Etanol içermesi muhtemel şalgam, şıra, kefir gibi içecekler ile enerji içecekleri ve nefes tazeleyici tabletlerin de nefes alkol testini etkileyebileceği düşünülmektedir.^{116,117} Çeşitli alkolsüz içecekler üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilmiş ortalama etanol miktarı Tablo-2’de gösterilmektedir.

Tablo 2. İçeriğinde etanol bulunan bazı alkolsüz içecekler ve etanol konsantrasyonları¹¹⁸

İçecekler	Ortalama etanol miktarı (mg/dl)	Referans
Limonlu Soda	0,02	(119)
Kolalı İçecekler	0-4	(120)
Kefir	20-73	(116) (121) (122) (123)
Portakal suyu	20-73	(121) (124)
Enerji içecekleri	34-98	(125)
Elma suyu	66	(124)
Şalgam	79-503	(116) (121) (126)
Üzüm suyu	86	(124)
Soda	9	(121)
Boza	1-128	(116) (121) (127)
Sirke	190	(121)

Yapılan çalışmalarla, meyve ve sebzelerin olgunlaştıkça fermente oldukları, bunun sonucunda belirli miktarlarda etanolün yan ürün olarak açığa çıktığı görülmüştür.¹²⁴ Bu gıdaların tüketilmesinin ardından yapılan nefes alkol analizlerinde de yanlış pozitif sonuçlar görülebileceği belirtilmiştir.¹¹⁸ Tablo 3’te bazı yiyeceklere ait ortalama etanol miktarları verilmiştir.

Tablo 3 İçeriğinde etanol bulunan bazı yiyecekler ve etanol konsantrasyonları ¹¹⁸

Yiyecekler	Ortalama Etanol Miktarı (g/kg)	Referans
Yoğurt	0,03 (g/L)	(121)
Soya Sosu	0,004-17	(128)
Elma	0,0076	(129)
Limon	0,082	(129)
Portakal	0,21	(129)
Armut	0,4	(124)
Lahana	0,9	(129)
Çavdar Ekmeği	1,8	(129)
Buğday Ekmeği	2,9	(129)
Olgunlaşmamış Muz	3,1	(128)
Muz	5	(128)

Nefes alkol testini etkileyen oldukça nadir görülen bir başka durum ise düşük kalorili diyetlerdir. Düşük kalorili diyetler ketonemiye sebep olabilir, böylece kanda keton cisimciği düzeylerinde artış görülür. Örneğin; belirli koşullar altında aseton hepatik alkol dehidrogenaz enzimiyle izopropanole indirgenir. Oluşan bu izopropanolün solunum havasına geçmesi nefes alkol testinde yanlış pozitif sonuçlara yol açabilir.¹³⁰

2.4.6. Postmortem Etanol Düzeyi Ölçülmesi

Postmortem kan etil alkol analizlerinde saptanan alkolün; kişinin yaşarken aldığı alkole bağlı olabileceği, ölümden sonra endojen olarak oluşmuş olabileceği ya da kontamine olmuş örnekler alınması nedeniyle saptanmış olabileceği bilinmektedir.³⁶

Saptanan etil alkol düzeyinin, ölüm ile otopsinin yapıldığı zaman aralığına, çevre ıslısına ve ölüm anında vücutta bulunan mikroorganizmalara bağlı olduğu belirtilmektedir. Özellikle çürümüş cesetlerde önemli rolü olan, kan ve dokularda hemoliz, proteoliz ve gaz oluşumuna neden olan mikroorganizmalar, aynı zamanda postmortem etil alkol üretimi ve tüketiminde de rol oynamaktadır. Ölümden sonra oluşan endojen alkollerin (etil alkol, izopropil alkol gibi) yanlış sonuçların alınmasına neden olabildiği belirtilmektedir.³⁶ Vitröz hümör (göz içi sıvısı), postmortem mikrobiyal aktiviteden kana göre daha az etkilendiğinden, ölümden önce alınan alkolün tespitinde daha güvenilir bir biyolojik numunedir.¹³¹

Postmortem etanol bulguları değerlendirilirken vakanın ölüm öyküsüyle birlikte kan, idrar ve vitröz sıvı etanol konsantrasyonları karşılaştırılır. Ancak postmortem etanol bulgusunu yorumlamak için bu veriler her zaman yeterli olmayabilir. EtG, EtS,

n-propanol postmortem saptanan etanolün oluşum mekanizmasını açıklamada başvuru alan belirtiçlerdir.^{132,133}

Otopside toksikolojik inceleme için örneklerin alınmasında veya analizindeki gecikme, alınan örneğin hava ile teması, uygun olmayan örneklerin toplanması gibi etil alkol düzeyini etkileyecek teknik hatalar konusunda dikkatli olunması, etil alkol düzeylerinin doğru ve güvenilir şekilde elde edilmesi açısından önemlidir.¹³⁴

2.5. Alkol Düzeyinin Promil ve Yüzde Olarak Hesaplanması

Alkol düzeyi promil cinsinden hesaplanırken; kanın hacmi, alkolün ise ağırlığı dikkate alınır. Promil, bir litre kanda bulunan gram cinsinden alkol miktarıdır. Pratikte hesaplama yapılırken mg/dl cinsinden hesaplama sıklıkla kullanılmaktadır. Yani, 1 promil 100 mg/dl olarak ifade edilir.^{12,135}

Bu hesaplama yöntemi ağırlık hacme oranlandığı için matematiksel açıdan çok mantıklı olmamakla birlikte pratikliği nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir. Hacim oranları dikkate alınacak olursa, 0,20 promilin gerçekte kanda %0,025 (on binde 2,5) oranında alkole karşılık geldiği bilinmektedir.^{12,135}

Tablo 4. Alkol düzeyinin promil ve yüzde olarak hesaplanması¹³⁶

Ölçüm Değeri	Promil hesabı (mg alkol/ml kan)	1 litre kanda kaç gram alkol var?	Hacim olarak kandaki alkol oranı*
0,1 promil (g/l)	10 mg alkol/100 ml kan (10:100=0.1)	0.1 gram alkol	%0,0127 (on binde 1,27)
0,2 promil (g/l)	20 mg alkol/100 ml kan (20:100=0.2)	0.2 gram alkol	%0,0254 (on binde 2,54)
0,5 promil (g/l)	50 mg alkol/100 ml kan (50:100=0.5)	0.5 gram alkol	% 0,0634 (on binde 6,34)
1 promil (g/l)	100 mg alkol/100 ml kan (100:100=1)	1 gram alkol	% 0.127 (binde 1,27)
* 1 mililitre alkolün ağırlığı 0,789 gram, 1 gram alkolün hacmi 1,268 mililitredir.			

2.6. Kişinin Tükettiği Alkol Miktarının Hesaplanması

Alkolün kandaki pik seviyesine ulaşmasından sonra her bir saatteki ortalama düşüş değerleri; erkeklerde 18 mg/dl, kadınlarda 15 mg/dl olmak üzere her iki cinsiyette 10-25 mg/dl arasında değiştiği belirtilmektedir.^{37,45,137}

Pratik hesaplama yapılırken normal yetişkin bir insanın metabolizması düşünüldüğünde ortalama kan alkol düzeyinin saatte 15 mg/dl azaldığı kabul edilmektedir. Ortalama düşüş değeri 15 mg olarak kabul edildiğinde, karaciğerde saatte 0,75 g (0,5-1,3 g) etil alkolün yıkılabileceği düşünülmektedir. Ancak alkol metabolizmasının hızı bireyler arasında oldukça farklılıklar göstermektedir.^{37,45,137}

Kronik olarak tüketenlerde artan enzim indüksiyonu nedeniyle alkolün biyotransformasyon hızı artmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere; cinsiyet, yaş, hormonlar, kullanılan ilaçlar, geçirilmiş cerrahi operasyonlar, alkol tüketimi sırasındaki açlık veya tokluk durumu ile bazı kronik hastalıklar alkolün farmakokinetiğini etkileyen faktörlerdendir.^{37,45,137}

Kişinin tükettiği alkol miktarı hesaplanırken aşağıdaki formül kullanılır:

Vücut ağırlığı (kg) x Kan alkol konsantrasyonu (mg/dl) x Widmark sabiti*

*Erkekler için 0,68/Kadınlar için 0,55 sabit katsayısı kullanılır.¹³⁸

Örnek olarak;

70 kg ağırlığındaki erkek bir bireyin trafik kazasına karıştıktan 2 saat sonraki kan alkol düzeyi 20 mg/dl ise %45'lik içkiden kişinin ne kadar tükettiğini hesaplayacak olursak;

2 saatte azalan alkol miktarı $\rightarrow 2 \times 15 = 30$ mg/dl,

Kaza anındaki alkol düzeyi $\rightarrow 30 + 20 = 50$ mg/dl,

Alınan alkol $\rightarrow 70 \times 0,5 \times 0,68 = 23,8$ gram olarak hesaplanır.

Hacim=Ağırlık/Alkolün dansitesi formülünden yararlanılacak olursa; $23,8 / 0,789 = 30,13$ ml'dir. 100 ml'lik içkide 45 ml alkol varsa 30,13 ml alkol ne kadar içkide bulunur denklemi kurulurak sonuç 66,95 ml olarak hesaplanır.¹³⁸

Kişinin kaza anındaki alkol düzeyi hesaplamalar neticesinde 50 mg/dl bulunmuş olup, yine benzer hesaplama alkolün ortalama düşüş değeri saatte 15 mg olarak kabul edildiğinde, kişinin kan alkol düzeyinin, alkol alımından 3-3,5 saat sonra sıfırlanacağı öngörülmektedir.

2.7. Alkol Alımının Kişi Üzerindeki Etkileri

Alkol alımı sonrasında görülen klinik bulgu ve semptomlar; alınan alkolün miktarı, ne kadar sürede alındığı ve alındıktan sonra üzerinden geçen süre, midenin boş ya da dolu olması ile kişinin alkol toleransı gibi bir çok faktörden etkilenmektedir.¹³⁹ Kan alkol düzeylerinin belli aralıklarda kişiler üzerinde gösterdiği etkiler Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5. Farklı kan etanol düzeylerinde görülen klinik bulgular^{36,140}

Kan Alkol Düzeyi (g/l)	Etkilenme Düzeyi	Klinik Bulgu ve Semptomlar
0,1-0,5 g/l	Subklinik	Davranışlar neredeyse tamamen normal
0,3-1,2 g/l	Öfori	Artmış konuşma eğilimi, kendine güvende artış, dikkat ve kontrolde azalma, motor ve duysal bozulma, zihinsel değerlendirmede yavaşlama
0,9-2,5 g/l	Uyarılmışlık hali, heyecan	Duygudurum değişikliği, koordinasyon, algılama ve değerlendirmede bozulma, tepki zamanının uzaması, görme keskinliğinde ve periferik görmede azalma
1,8-3,0 g/l	Konfüzyon	Oryantasyonda bozulma, konfüzyon ve sersemlik hali, abartılı duygusal durumlar (korku, üzüntü, öfke vb.), görmede ve algılamada bozulma, ağrı eşiğinde artma, kasların koordinasyonunda bozulma, yürürken sendeleme, konuşmanın bozulması, apati, letarji
2,5-4,0 g/l	Stupor	Ayakta durma, yürüme ve konuşmada zorlanma, hafıza ve idrak bozukluğu, kusma, gayta ve idrar inkontinansı, bilinç ve solunumda bozulma, ölüm ihtimali
3,5-5,0 g/l	Koma	Bilincin tamamen kaybolması, reflekslerin kaybolması veya deprese olması, normalin altında vücut sıcaklığı, idrar ve gaita inkontinansı, dolaşım ve solunumda bozulma, ölüm ihtimali, solunum durması sonucu ölüm

2.8. Alkollü Kişinin Muayenesi

Alkol tüketimine bağlı cilt genellikle hiperemiktir, pupillalar dilate olabilir, nabız, tansiyon ve reflekslerde değişimler görülebilir. Kişilerin nefesinden içtikleri alkol ve içkilerde bulunan aromatik maddelerin kokusu alınabilir ancak nefesin koklanması tek başına anlamlı bir muayene yöntemi değildir. Bazı hastalıklarda ya da içki yapımında kullanılan anason gibi gıdaların tüketilmesi durumlarında da ağızdan yanıltıcı içki kokusu alınabilir. Klinik muayenede pupillaların gözlenmesi, yürüme ve denge kontrolü, parmağını burnuna götürme, yazı yazma, konuşma gibi işlevlerinin test edilmesi gerekir. Alkol intoksikasyonu durumunda kişide; baş dönmesi, bulantı, kusma, konuşma güçlüğü, terleme, sıkıntı hissi ve yürüme bozukluğu gibi şikayetler görülebilir daha ileri seviyelerde ise bilinç bozulması ve koma gibi ağır tablolarla karşılaşılabilir.¹⁸

Alkollü kişinin muayene olmak istememesi, saldırgan bir tutuma girmesi, ileri derecede sarhoş olması gibi durumlarda kişi muayeneye zorlanmamalıdır. Dışarıdan

gözlenen muayene bulguları, tutum ve davranışları tıbbi açıdan değerlendirilerek kayıt altına alınmalıdır. Kişiye tıbbi bir tedavi uygulanacaksa öncesinde kan ve idrar örneklerinin alınması, uyum gösterebiliyorsa alkolmetre ile nefesten ölçüm yapılması, alkol düzeyinin doğru tespiti açısından önem taşır.¹⁸

Klinik muayenenin kişinin sarhoş olduğunu düşündürdüğü ancak yapılan testlerde kişinin alkol almadığının gösterildiği durumlar da vardır. Merkezi sinir sistemini deprese eden sedatif, uyuşturucu, antihistaminik vb. bir madde kullanımı, intoksikasyonlar, kafa travmaları gibi durumlarda da kişide sarhoşluk benzeri semptomlar görülebilir. Ayırıcı tanıda bu durumların akılda tutulması gerekmektedir. Epilepsi nöbetleri, viral enfeksiyonlar, beyin tümörleri, hipertansif iskemik ataklar, akut karbonmonoksit zehirlenmesi, değişik şok tabloları gibi durumların kliniği alkol intoksikasyonu ile karışabilir. Akut alkol toksikasyonu ile karışabilecek klinik durumların tek başına olabileceği gibi alkol toksikasyonu ile birlikte de bulunabileceği unutulmamalıdır. Özellikle trafik kazaları sonrasında görülen klinik bulgularda kafa travmaları ile sarhoşluk durumunun ayrımı büyük önem taşımaktadır.¹⁸

2.9. Alkol Alımının Araç Kullanma Üzerindeki Etkileri

Alkol, güvenli sürüş için gerekli olan tüm fiziksel becerileri etkilemektedir.¹⁴¹ Santral sinir sistemi üzerindeki farmakolojik etkilerinden dolayı reaksiyon süresinde uzamaya, alan ve mesafeleri tahmin etme yeteneğinin azalmasına, kendine güven duygusunun artmasına ve sonuç olarak güvenli sürüş yeteneğinin bozulmasına sebebiyet vermektedir.^{142,143}

Alkolün sürüş üzerine olumsuz etkilerinin görülmeye başladığı düzey kişiden kişiye değişmekle birlikte tolerans gelişmemiş bireylerde 20 mg/dl gibi düşük kan alkol düzeylerinde başlayabilir. Genellikle 30-40 mg/dl (0,30-0,40 promil) seviyesinde alkollü olunan durumlarda sürüş becerilerinin olumsuz etkilenmeye başladığı saptanmıştır.¹²

Tablo 6 Alkolün Araç Kullanımı Üzerindeki Etkileri¹²

Kandaki alkol oranı (g/l)	Sürücü üzerindeki etkileri
0,3 promil	Derinlik hissinde bozulma, mesafe tahmininde ve hız ayarlamada zorlanma
0,4 promil	Hassasiyette azalma, normal süratte otomobil kullanamama
0,5 promil	Görmede bozulma, pek çok kişide otomobil kullanamayacak hale gelme
0,65 promil	Denge bozuklukları
0,97promil	Gözün kamaşması bakımından önemli olan karanlığa uyuma fonksiyonunda yavaşlama
1 promil	Karar verme zamanında bozulma, reaksiyon zamanında uzama, dikkatte azalma
1,7 promil	Mesafe tayini yapamama, ağır denge bozuklukları

2.10. Alkol Alımının Trafik Kazaları Üzerine Etkileri

Alkol etkisi altında araç kullanmak, trafik güvenliği açısından önemli bir risk oluşturmakta olup, alkollü bir sürücünün kaza riskinin alkolsüz bir sürücüye göre daha yüksek olduğunu gösteren birçok çalışma vardır.^{144,145}

Alkollü araç kullanmanın sebep olduğu trafik kazaları, önlenabilir travma ve ölümlerin önde gelen nedenlerinden biridir.¹⁴⁶ Alkol etkisi altında araç sürmenin, dünya çapında hergün yaklaşık 700 ölümle sonuçlandığı tahmin edilmektedir.¹⁴⁷

Çeşitli epidemiyolojik ve farmakolojik çalışmalar, bir sürücünün trafik kazasına karışma olasılığı ile kanındaki alkol konsantrasyonu arasında, pozitif bir korelasyon olduğunu göstermektedir.^{148,149}

Alkol seviyesi arttıkça motorlu taşıt kazalarının ve bu kazalarda ölümcül yaralanma riskinin arttığı, bu risklerin alkolsüz sürücülere kıyasla alkolün kanda 50 mg/dl'yi aşmasından itibaren hızla yükseldiği bildirilmektedir.^{150,151}

Japonya'da yapılan bir araştırmada, alkollü sürücülerin karıştığı kazalardaki ölüm riskinin, alkolsüz sürücülerin karıştığı kazalardaki ölüm riskine göre 4,08 kat fazla olduğu ve alkollü araç kullanılmasının önüne geçilebilmesi durumunda, trafik kazalarında meydana gelen ölümlerin pek çoğunun önlenileceği belirtilmiştir.¹⁵²

Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yapılmış olan başka bir araştırmada, alkollü sürücülerin karıştığı kazalarda %4 oranında ölüm ve %42 oranında yaralanma

oranları bildirilmiş iken, bu oranların alkol almamış sürücülerin karıştığı kazalarda ise sırasıyla %0,6 ve %31 olduğu saptanmıştır.¹⁵³

Karayolu Trafik Kaza İstatistiklerine göre; Türkiye’de 2020 yılında 983.808 trafik kazası meydana gelmiştir. Bunların 177.867’si ölümlü trafik kazalarına neden olmuştur ve bu kazalar kusurlara göre incelendiğinde, %88,3’ü sürücü kusurlarından, %1,7’si alkolü araç kullanmaktan kaynaklanmaktadır.¹⁵⁴

Karayollarında alkol, uyuşturucu ve uyarıcı etkisinde taşıt kullanan sürücülerin tespitine yönelik yapılan yol kenarı tarama testleri, trafik kazalarının önlenmesi için alınan önlemlerden birini oluşturmaktadır.¹⁵⁵

2.11. Dünya’da ve Ülkemizde Trafikte Yasal Alkol Limitleri

Birçok ülke alkolü araç kullanımından kaynaklanan trafik kazalarının önüne geçebilmek için yasal alkol limitleri belirlemiş, bu limitlerin üzerinde araç kullanımını suç kabul etmiştir. Bazı ülkeler ise alkolü araç kullanımını tamamen yasaklamıştır.¹⁵⁶

Yasal alkol limitleri ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Yasal sınır Türkiye, Avusturya, Arjantin, Danimarka, Fransa, Almanya, İtalya ve İspanya’da 0,5 promil iken, Norveç ve İsveç’te 0,2 promil, Arnavutluk’ta ise 0,1 promildir. Azerbaycan, Çek Cumhuriyeti, Romanya’nın da aralarında bulunduğu sekiz ülkede ise sarhoşluk halinde araç kullanılmak yasaklanırken, kandaki alkol miktarı yasalarla sınırlandırılmamıştır. Bazı ülkelerde daha genç ve deneyimsiz sürücüler için daha kısıtlayıcı alkol limitleri bulunmaktadır. Avusturya, Avustralya, Kanada, Hırvatistan, İtalya, Makedonya, Yeni Zelanda, Slovenya, İspanya ve ABD bu ülkelerdendir.¹⁵⁶

Ülkemizde alkolü araç kullanımının yasal sınırı 18 Ekim 1983’te yayınlanan 2918 sayılı Karayolları Trafik Kanunu ve 16 Haziran 1985’te yürürlüğe giren Karayolları Trafik Yönetmeliği ilgili maddelerinde belirtilmiştir. Yasal sınır özel araç sürücülerini için 0,5 promil (50 mg/dl) olarak belirlenmiştir. Profesyonel sürücülerde (otobüs, kamyon, taksi sürücülerini ile resmi araç sürücülerinde) ise alkolü araç kullanımı tamamen yasaklanmıştır. 2014 yılında Karayolları Trafik Yönetmeliği’nin 97. maddesi üzerinde yapılan düzenleme ile profesyonel sürücüler için yasal sınır 0 promilden 0,20 promile çıkarılmıştır.¹⁵⁷

Tablo 7. Dünyada ve ülkemizde yasal alkol limitleri¹⁵⁸

Kan Alkol Konsantrasyonu (mg/dl)	Ülkeler
<80*	ABD, Kanada (Eyaletler arası farklılıklar olmakla birlikte erişkinler için 40-80, gençler için 0-80), Birleşik Krallık, Ermenistan, Kamerun, Etiyopya, Gana, Kenya, Malezya, Myanmar, Nijerya, Romanya, Sri Lanka, Uganda, Tanzanya
<50*	Türkiye, Arjantin, Arnavutluk, Belçika, Bolivya, Bulgaristan, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, Peru, Filipinler, Güney Kore, Güney Afrika, Tayland, Tunus, İspanya (30), Hollanda (20), Portekiz (20), Kosta Rika (20), İrlanda, Avusturya (10), İsviçre, İsrail (10), Almanya (0), Hırvatistan (0), İtalya (0), Avusturalya (0), Yeni Zelanda (0)
<30*	Belarus, Çek Cumhuriyeti, Gürcistan, Hindistan, Japonya, Rusya, Türkmenistan, Bosna Hersek (0), Sırbistan (0)
<20	Çin, Kolombiya, Norveç, Polonya, İsveç
<10*	Cezayir, Kongo, Birleşik Arap Emirlikleri, Küba (0)
0**	Azerbaycan, Bahreyn, Bangladeş, Brezilya, Dominik, Mısır, Guatemala, Macaristan, Endonezya, İran, Irak, Kazakistan, Kuveyt, Kırgızistan, Libya, Meksika, Nepal, Pakistan, Katar, Suudi Arabistan, Senegal, Slovakya, Sudan, Özbekistan, Yemen
*Belirtilen limit dışında genç ve acemi sürücüler için farklı limitler tanımlanmıştır. Bu limitler ülke isimlerinde sonra yine mg/dl olarak parantez içlerinde verilmiştir. **Bu ülkelerin birçoğunda alkol tüketimi yasak olduğu için trafikte ilgili ayrıca bir düzenleme yoktur.	

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi bazı ülkelerde genç ve acemi şoförler için izin verilen alkol limiti daha düşük veya 0 olarak belirlenmiştir. Bu ayrım; genç ve acemi şoförlerin, alkol etkisi altındayken trafik kazalarına karışma risklerinin daha fazla olduğunun düşünülmesinden kaynaklanmaktadır.^{158,159}

2.12. Ülkemizde Alkollü Araç Kullanımı ile İlgili Yasal Düzenlemeler

Alkollü araç kullanımı hususunda, sürücülere karşı tutumda ülkeler arasında farklılıklar bulunmakta olup, bu durum o ülkelerin kara yolu trafik mevzuatı ve kanuni düzenlemelerinde görülebilmektedir.¹⁶⁰

Ülkemizde alkol etkisi altında araç kullanma ile ilgili yasal düzenlemeler Karayolları Trafik Yönetmeliği, Türk Ceza Kanunu ve Karayolları Trafik Kanunu'nda görülmektedir.

2.12.1. Karayolları Trafik Yönetmeliği¹³

Madde 97; Uyuşturucu veya uyarıcı maddeleri almış olan sürücüler ile kanlarındaki alkol miktarı 0,50 promilin üzerinde olan hususi otomobil sürücülerinin ve kanlarındaki alkol miktarı 0,20 promilin üstünde olan diğer araç sürücülerinin karayolunda araç sürmeleri yasaktır.

Yapılan tespit sonucunda 1,00 promilin üzerinde alkollü olduğu tespit edilen ve 2918 sayılı Kanunun 48 inci maddesine göre işlem yapılan sürücüler, haklarında ayrıca 5237 sayılı TCK 179. maddesinin üçüncü fıkrası hükümlerine göre adli işlem yapılmak üzere mahalli zabıtaya teslim edilir.

1,00 promilin altında alkollü olmasına rağmen, alkolün etkisiyle emniyetli bir şekilde araç sevk ve idare edemeyecek durumda olduğu tutanakla tespit edilen sürücü, hakkında ayrıca 5237 sayılı TCK 179. maddesinin üçüncü fıkrası hükümlerine göre adli işlem yapılmak üzere mahalli zabıtaya teslim edilir.

Sürücülerin alkol oranlarının tespitinde; tarih, saat ve ölçüm sonucu ile cihaza ait seri numarasını gösterir çıktı verebilen ve kalibrasyon ayarı yapılmış teknik cihazlar kullanılır.

Teknik cihazla yapılan ölçüm sonucuna itiraz edilmesi durumunda tekrar ölçüm yapılmaz, yapılan işlemlere itiraz 30/03/2005 tarihli ve 5326 sayılı Kabahatler Kanununun 27. maddesi kapsamında ilgili mahkemelere yapılır.

Teknik cihazla yapılan ölçüm sonucuna itiraz edilerek tespitin sağlık kuruluşlarında yaptırılması halinde, her iki tespit arasındaki süre, teknik cihazla ölçüm yapılmasına izin verilmemesi halinde ise kaza saati ile sağlık kuruluşunda yapılan tespit saati arasındaki süre göz önünde bulundurularak sağlık kuruluşunda yapılan tespit sonucuna ilk ölçümü yapan trafik kuruluşu tarafından her bir saat için 0,15 promil eklenmek suretiyle alkol oranı belirlenir ve çıkan sonuca göre işlem tesis edilir.

2.12.2. Türk Ceza Kanunu¹⁴

Madde 179-(3); Kara, deniz, hava veya demiryolu ulaşım araçlarını kişilerin hayat, sağlık veya malvarlığı açısından tehlikeli olabilecek şekilde sevk ve idare eden kişi, iki yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır.

Alkol veya uyuşturucu madde etkisiyle ya da başka bir nedenle emniyetli bir şekilde araç sevk ve idare edemeyecek hâlde olmasına rağmen araç kullanan kişi yukarıdaki fıkra hükmüne göre cezalandırılır.

2.12.3. Karayolları Trafik Kanunu¹⁶¹

Madde 48; Uy         veya uyarıcı maddeleri almış olan s         ile alkollü olan s           karayolunda araç s         yasaktır.

S             alkol alıp almadığının ve alkolün kandaki miktarınının tespiti amacıyla, kollukça teknik cihazlar kullanılır.

Yapılan tespit sonucunda, 0,50 promilin üzerinde alkollü olarak araç kullandığı tespit edilen s           hakkında idari para cezası verilir ve s       belgesi altı ay s       geri alınır. Hususi otomobil dışındaki araçları alkollü olarak kullanan s           bakımından promil alt sınırı 0,21 olarak uygulanır.

Hususi otomobil s           bakımından 0,50 promilin, diğer araç s           bakımından 0,20 promilin üzerinde alkollü olan s           trafik kazasına sebebiyet vermesi h  linde, ayrıca TCK'nın ilgili h         uygulanır.

Yapılan tespit sonucunda, 1,00 promilin üzerinde alkollü olduğu tespit edilen s           hakkında ayrıca TCK'nın 179. maddesinin          fıkрасı h         uygulanır.

2.13. Trafik G        n    n   Tehlikeye Atma Su  u

5237 sayılı TCK 179/3. maddesinde “*Trafik G        n    n   Tehlikeye Sokma*” su  u tanımlanmıştır.¹⁴ Ancak bu madde kapsamında, su  un oluşabilmesi için a  ılması gereken herhangi bir alt limit alkol düzeyi belirlenmemiştir. Bu sebepten s         tespit edilen alkol düzeyinin s       yeteneği üzerine etkisi hususunda adli makamlardan bilirkişi g  r     istenebilmektedir. Ülkemizde bu hususta bilirkişi görüşü çoğunlukla Adli Tıp Kurumu 5.   htisas Kurulu'ndan istenmektedir. 2659 Sayılı Adli Tıp Kanunu ile trafik için özel bir daire oluşturulmuş, Trafik   htisas Dairesi adını almış ve görevleri “Mahkemeler ile hakimlikler ve savcılıklarca gönderilen trafik olayları ile ilgili konularda gerekli muayene ve incelemeler yapmak ve sonucunu bir raporla tespit etmek” olarak belirlenmiştir. Adli Tıp Trafik   htisas Dairesi tarafından hazırlanan bilirkişi raporlarının 30 yıla yakın bir süredir karar verilme aşamasında en güvenilir deliller arasında yer aldığı ifade edilmektedir.¹⁶²

Adli Tıp Kurumu 5.   htisas Kurulu raporları incelendiğinde, alkol düzeyi 30 mg/dl'nin altında saptanan s           güvenli araç s       yeteneğinin kaybedilmedi  inin kabul   gerektiği belirtilmektedir. Alkol düzeyi 31-100 mg/dl

aralığında saptanan sürücüler için; sadece ölçüm düzeyi ile güvenli sürüş yeteneğinin kaybedildiğine ilişkin kesin bir sonuç çıkarılamayacağı, trafik polis tutanağını düzenleyen polisler veya tanıklar tarafından anlatılanlar sonucunda karar verilebileceği söylenmektedir. Alkol düzeyi 100 mg/dl üzerinde tespit edilen sürücülerin ise güvenli sürüş yeteneğini kaybettiğinin kesin kabul edilmesi gerektiği yönünde görüş bildirilmektedir.¹⁷

Alkol düzeyinin 30-100 mg/dl arasında saptandığı vakalarda, sürüş güvenliğinin bozulup bozulmadığına karar vermenin en doğru yolunun, alkollü sürücüye yapılan detaylı hekim muayenesinden geçtiği belirtilmektedir.¹⁶³



3. GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamız nefes alkol düzeyi tespiti öncesinde alkol kullanmadığı bilinen kişilerde; yanlış pozitif sonuca neden olabileceği düşünülen ürünlerin kullanımı veya tüketimi sonrası alkolmetre aracılığıyla yapılan ölçümlerin, ölçümlerde pozitif sonuçlarla karşılaştırılması durumunda bu pozitifliğin ne kadar süre devam ettiğinin ve bu sonuçların zamanla ilişkisinin incelendiği deneysel bir araştırmadır.

3.1. Çalışma Örnekleminin Belirlenmesi ve Gönüllülerin Seçilme Kriterleri

Çalışmanın örneklem büyüklüğü belirlenirken; verilerden elde edilecek örneklem dağılımının normal dağılım göstereceği varsayımıyla, parametrik istatistiksel yöntemlerin kullanılabilmesi adına gönüllü sayısı 30 kişi olarak seçilmiştir.

Gönüllülerin çalışmaya dahil edilme kriterleri; 18-45 yaş arası, psikolojik ve fiziksel olarak sağlıklı, beden kitle indeksi (BKİ) ortalaması <18 ve >29 olan gruplar dışlanarak, çalışmaya katılmak için gönüllü olan kişilerden rastgele seçim yapılarak belirlenmiştir.

Çalışmaya dahil olacak gönüllülerin; ağız içi veya dış tedavisi görüp görmediği, ağız içi protezi bulundurup bulundurmadağı, herhangi bir ürüne alerji varlığı veya almakta olduğu başka bir tedavi olup olmadığı sorgulanmıştır. Bu durumların da dışlandığı kronik bir hastalığı olmayan sağlıklı bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2. Gönüllülerin çalışma hakkında bilgilendirilmeleri

Çalışmada yer alacak gönüllülerden çalışma süresince ölçüm yapılacak günlerde alkol tüketmemeleri ve testten 4 saat öncesine kadar tütün ürünleri kullanmamaları istenmiştir. Çalışmaya başlamadan önce örneklem grubunu oluşturan gönüllüler çalışma süresince denenecek ürünlerin neler olduğu, ürün kullanımı sonrasında yapılacak ölçüm aralıkları, denenen ürünlerden herhangi birine alerji gelişmesi durumunda acil sağlık hizmeti alımının sağlanacağı, denenecek ürünlerin alkol içerebileceği, çıkan sonuçların kayıt altına alınacağı, bu sonuçların bilimsel amaçla kullanılacak olduğu, kişisel bilgilerinin gizli tutulacağı ve çalışmanın herhangi bir aşamasında isterlerse çalışmadan çekilebilecekleri gibi hususlarda ayrıntılı olarak bilgilendirilmiş, yazılı onam formları alınmıştır.

3.3. Çalışmada kullanılacak alkolmetrenin teknik özellikleri

Bu çalışmada nefes alkol düzeyi ölçümlerinde, kolluk kuvvetlerinin rutin trafik kontrol uygulamaları esas alınarak elektrokimyasal sensörlü alkolmetre (Envitec Marka Alcoquant 6020 plus model) ve tek kullanımlık hijyenik ağızlıklar kullanılmıştır.

Alcoquant 6020 cihazı, Almanya menşeli bir cihaz olduğundan diğer Avrupa ülkelerinde olduğu gibi solunum alkol düzeyin kan alkol düzeyine dönüştüren sabit faktör 1/2100'dür. Cihaz sensörü E-100 elektrokimyasal ölçüm hücresidir. Cihazın çalışma sıcaklığı -10 °C ila +50 °C aralığındadır. Ölçüm birimleri ‰ (promil), mg/l ve ‰'dir. Ölçüm aralığı ‰ 0-5,5 BAC, doğruluk oranı (etanol standartlarına göre maksimum ölçüm hataları) ‰0-1 aralığında $\pm$ ‰0,05 BAC, ‰1-2 aralığında $\pm$ ‰5 ölçülen değer üzerinden, $>$ ‰2 ise $\pm$ ‰10 ölçülen değer üzerinden olup standart sapma değeri ‰0,008'dir. Cihaz aseton, karbonmonoksit vb. nefeste mevcut olabilecek maddeleri göz ardı etmeye duyarlıdır.¹⁶⁴

Cihazın kullanım kılavuzunda ölçüm yapılacak kişide dikkat edilmesi gereken bazı hususlar olduğu belirtilmiştir. Bu hususlar;

Ağızda artık alkol etkisi: Ağızda kalan rezidü alkolün ölçüm sonuçlarını etkilediği, kişiye alkol tüketiminden en az 15 dakika sonra test yapmak gerektiği belirtilmiştir. Alkol içerikli ağız spreylерinin, tıbbi sıvıların ve damlaların kullanılmasının ardından veya geçirme ve istifra etme gibi durumların ardından ağızda alkol bulunabileceği, bu durumlarda da 15 dakika beklemek gerektiği, ağzın suyla veya alkolsüz içecek ile çalkalanmasının bekleme zamanını etkilemeyeceği belirtilmiştir.¹⁶⁴

Tütün Dumanı: Nefesteki tütün dumanının ölçüm sistemine zarar vereceği ve bozulmasına yol açacağı, bundan dolayı son sigara kullanımından sonra en az 2 dakika beklenerek ölçüm yapılması gerektiği belirtilmiştir.¹⁶⁴

Hiperventilasyon: Test edilen kişinin ölçüm öncesi normal ve sakin nefes alması gerekmektedir. Nefesin derin alıp verilmesi durumunda nefesteki alkol yoğunluğunun solumadan dolayı kısa süre için düşeceği ve ölçüm değerinin yanlış olabileceği belirtilmiştir.¹⁶⁴

Cihazın içerisine, numune alım sırasında çok az veya çok fazla üflenilirse ($8l/dk < Akış < 70l/dk$), cihazın üfleme işlemini durduracağı, ölçümün otomatik olarak kesileceği ve cihazın hata bildirimi vereceği belirtilmiştir.¹⁶⁴

Cihazın ölçüm sonuçlarını uluslararası kullanılan birimlere konfigüre edilebildiği; alkol düzeyini BAC, BrAC veya promil cinsinden gösterebildiği belirtilmiştir.¹⁶⁴

Cihaza her 6 ayda bir kalibrasyon, 12 ayda bir ise bakım işlemlerinin eğitimli servis personeli tarafından yapılması gerektiği belirtilmiştir.¹⁶⁴

3.4. Çalışmada test edilecek ürünlerin seçilmesi ve ürünlerin gönüllüler üzerine uygulanma şekilleri

Deney aşamasında kullanılmak üzere, fermantasyon sonucunda etil alkol meydana gelmesi beklenen gıda maddelerinden, içerikleri ve alkol testi sonuçlarına etkisi tartışmalı olan alkolsüz içeceklerden, etken madde olarak alkol içeren ve içermeyen diş macunları ile gargaralardan, farklı alkol oranlarına sahip kolonya ve el dezenfektanlarından, toplumda alkolmetre sonucunu etkileyebileceği düşüncesi bulunan mentol aromalı şeker ve sakızlardan ürünler tercih edilmiştir.

Test edilecek ürünler arasında; fermantasyon sonucunda etil alkol meydana gelmesi beklenen gıdalardan ayran, kefir, organik portakal suyu, organik üzüm suyu, organik elma suyu, organik nar suyu, organik karışık kırmızı (nar-vişne-siyah havuç-siyah üzüm-çilek) meyve suyu, organik karışık (şeftali-elma-kayısı) meyve suyu ve şalgam suyu olmak üzere 9 ürün bulunmaktadır.

Alkolsüz içecek sınıfından; kola, enerji içeceği, portakal aromalı gazlı içecek, mandalina aromalı gazlı içecek ve 5 farklı gazoz olmak üzere toplamda 9 farklı içecek test edilen ürünler arasında bulunmaktadır.

İçerdikleri etken maddeleri farklı olan üçü alkollü, ikisi alkolsüz 5 farklı diş macunu ile yine üçü alkollü, ikisi alkolsüz 5 farklı gargara olmak üzere toplam 10 farklı ağız bakım ürünü çalışmaya dahil edilmiştir.

İçerdikleri alkol oranları %65 ve %70 olan iki farklı el dezenfektanı ile %80 alkol içeriğine sahip bir adet kolonya test edilen ürünler arasındadır.

Fermantasyon sonucunda alkol oluşumu beklenen gıdalar ve alkolsüz içecek sınıfından 18 adet, ağız bakım ürünlerinden 10 adet, el dezenfektanlarından 2 adet, kolonya, mentollü sakız ve şeker ürünlerinden 1'er adet olmak üzere toplamda 33 farklı ürün çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılmak üzere seçilen ürünlerin içerikleri ekte sunulmuştur (Ek-3). Ürünlerin her biri 30 birey tarafından ayrı ayrı test edilmiştir.

Gargara yapıldıktan sonra ağzın suyla çalkalanması alışkanlığı göz önünde bulundurularak bu işlemin sonuçlara etkisini görebilmek amacıyla gargaraların iki farklı kullanım şekli ayrı ayrı test edilmiştir. Her gargara için, yalnızca gargara yapılması (birinci kullanım) ve gargara yapıldıktan sonra ağzın suyla çalkalanması (ikinci kullanım) olmak üzere iki farklı kullanım tarzı sonrası nefes alkol ölçümleri yapılmıştır.

Toplumumuzda bulunan bir diğer alışkanlık, kolonya ve el dezenfektanı gibi solüsyonların ellere dökülmesinin ardından ellerin koklanması ve hafifçe yüze vurulmasıdır. Bu ürünlerde kullanım farklılığının nefes alkol ölçümünü etkileme düzeyine etkisi olup olmadığını ortaya koymak amacıyla farklı iki kullanım tarzı sonrası nefes alkol düzeyi ölçümleri yapılmıştır. Bu solüsyonların ellere dökülerek ellerin ovuşturulması (birinci kullanım) ve solüsyonun ellere dökülerek ellerin ovuşturulması ardından koklanması ve hafifçe yüze vurulması/sürülmesi (ikinci kullanım) test edilen farklı iki kullanım tipidir.

Gargaralar ile kolonya ve el dezenfektanları kendi aralarında yukarıda anlatıldığı şekilde farklı iki kullanım tarzı ardından test edilmiş ve sonuçlar kendi aralarında karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Kalan ürünlerden içecekler birer bardak (250 ml) içilerek, diş macunları (nohut tanesi büyüklüğünde) ile dişler fırçalanarak, mentollü sakızlar ölçüm öncesinde en az 2-3 dk çiğnenerek, mentollü şekerler ise en az 2-3 dk emilmek suretiyle test edilmiştir.

Peşi sıra denenecek iki ürün arasında en az dört saat bırakılarak ilk denenen ürünün mümkün olan en fazla yarılanma ömrü geçirmesi amaçlanmıştır. Her gönüllü için günde en fazla iki ürün denenecek şekilde çalışma farklı günlere yayılmıştır.

Test edilecek ürünlerin kullanımından veya tüketiminden önce ($t_{\text{önce}}$) alkolmetre ile nefes alkol analizi yapılarak deneklerin solunum havasında alkol bulunmadığı teyit edilmiştir. Bu şekilde deneklerin solunum havasından, test edilen ürünler dışında bir sebepten ötürü alkol saptanma ihtimali ekarte edilmiştir. Test edilecek ürünün kullanımı veya tüketimi sonrası alkolmetre ile 1. dakikada (t_1) ölçüm yapılmaya başlanmış, pozitif ölçümle karşılaşılması durumunda ikişer dakika arayla ölçüm yapılmaya devam edilmiştir. t_1 ölçümünde solunum havasında alkol saptanmaması durumunda ve pozitif sonuç saptandığı durumlarda devam eden ölçümlerin sıfırlandığı dakika itibarıyla nefes alkol analiz işlemi sonlandırılmıştır. 3.dakikada (t_3), 5.dakikada (t_5), 7. dakikada (t_7), 9. dakikada (t_9), 11. dakikada (t_{11}) ve 13. dakikada (t_{13}) nefes alkol düzeyi ölçümü

yapılmıştır. Analiz süresince en son t_{11} ölçümünde pozitif sonuç alınmış olup, maksimum t_{13} ölçümü yapılmıştır.

Deneyin uygulama sürecinde gönüllüler üzerinde herhangi bir alerji ya da sağlık problemi ortaya çıkmamıştır.

3.5. Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışmamızda elde edilen verilerin istatistik analizleri için SPSS 20.0 (IBM®, Chicago, ABD) paket programı kullanılmıştır. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi, histogram ve Q-Q plot grafikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler sayı (n), yüzde (%), ortalama ($\bar{x}$) ve standart sapma (SS) değerleri ile ifade edilmiştir. Çalışmamızda aynı bireylerden tekrarlayan ölçüm değerleri elde edildiğinden, tekrarlı ölçümler ANOVA testi türleri veri karşılaştırmalarında kullanılmıştır.

Çalışmamızdaki veriler %95 güven aralığı düzeyinde incelenmiş olup p değeri 0,05'in altındaki değerler istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Araştırmamızda 30 sağlıklı gönüllü birey ile deneysel bir çalışma yapılmıştır. Çalışmamıza katılan bireylerin 16'sı kadın (%53,33), 14'ü erkek (%46,66) cinsiyettedir. Yaş dağılımının 21-38 aralığında, beden kitle indeksinin (BKİ) ise 19,2-27,5 aralığında olduğu görülmüştür.

Tüm bireylerde ortalama yaş $28,93 \pm 4,22$, ortalama BKİ ise $23,61 \pm 2,35$ olarak tespit edilmiştir. Cinsiyete göre bireylerin yaş ve BKİ değerlendirilmesi Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Araştırmaya katılan bireylerin cinsiyete göre yaş ve BKİ değerlendirilmesi.

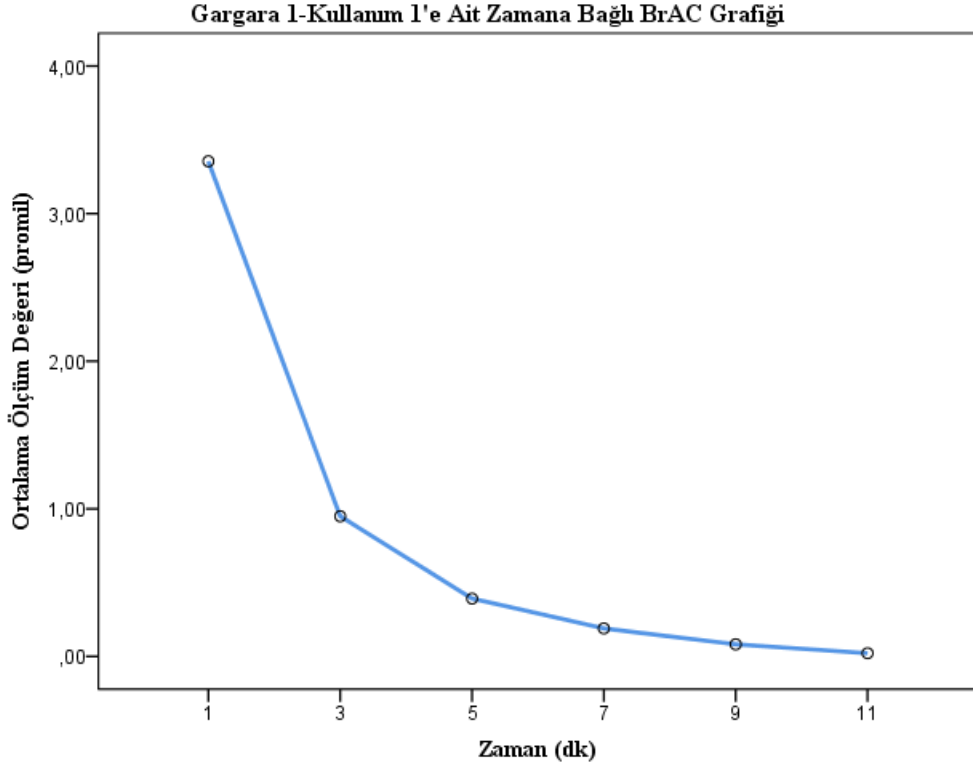
Cinsiyet	Kişi Sayısı		Yaş	BKİ
	n	%	($\bar{x} \pm SS$)	($\bar{x} \pm SS$)
Kadın	16	53,33	$26,94 \pm 3,47$	$22,42 \pm 1,99$
Erkek	14	46,67	$31,21 \pm 3,90$	$24,96 \pm 2,02$
Toplam	30	100	$28,93 \pm 4,22$	$23,61 \pm 2,35$

Çalışmamızda alkolmetre aracılığıyla yapılan nefes alkol düzeyi analizinde pozitif ölçüm sonucuyla karşılaşılan tüm ürünlerde; t_1 'deki ölçüm değerleri en yüksek değerler olup, sonrasında yapılan her ölçümde tespit edilen alkol miktarı bir önceki ölçüm değerine göre azalarak devam etmiştir. Elde edilen pozitif sonuçlar ürün ve kişi değişkenleri kaynaklı olarak aynı veya farklı dakikalarda sıfırlanmıştır.

İçerikleri farklı olan üçü alkollü, ikisi alkolsüz olmak üzere beş farklı gargaranın nefes alkol düzeyine etkisi incelenmiştir. Alkol içermeyen gargaraların kullanımı ardından solunum havasından yapılan ölçümlerde alkol tespit edilmemiştir. Alkol içeren gargaraların kullanımı ardından yapılan ölçümlerde ise ülkemizdeki yasal sınır olan 0,5 promil (g/l) üzerinde pozitif sonuçlar ile karşılaşılmıştır.

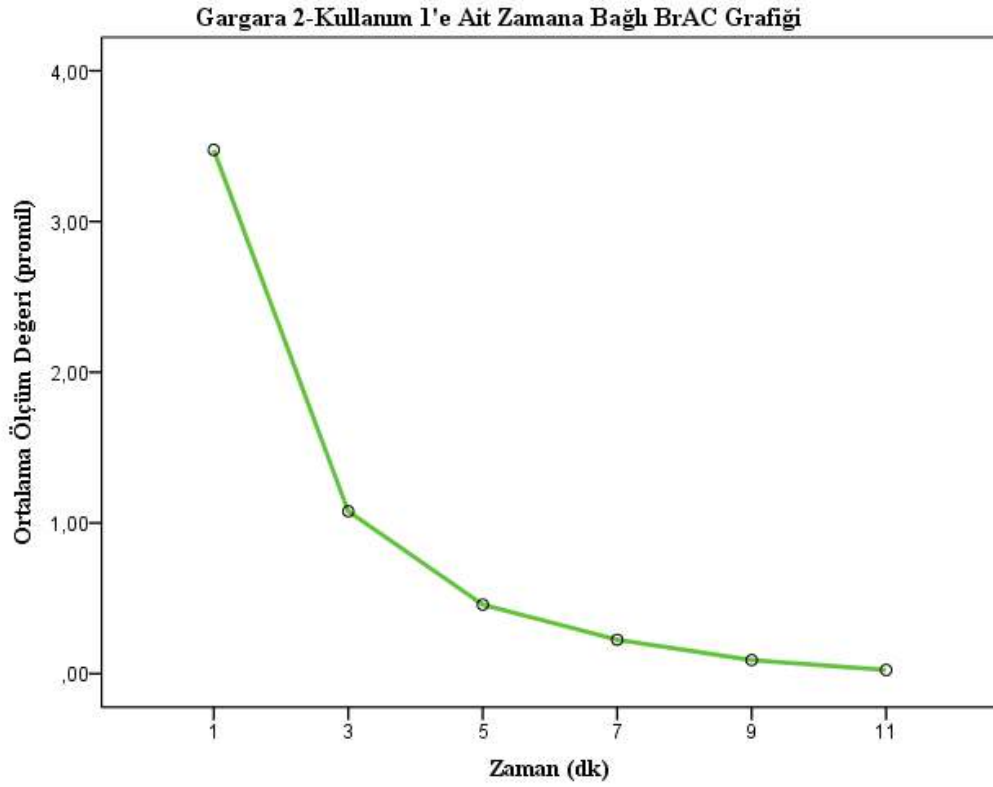
Birinci gargara birinci kullanım şekli (Gar1K1) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 1,81-4,66 g/l ve ortalama değer $3,35 \pm 0,77$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,52-1,61 g/l ve ortalama değer $0,95 \pm 0,28$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,16-0,74 g/l ve ortalama değer $0,39 \pm 0,16$ g/l olarak, t_7 ölçüm aralığı 0,07-0,37 g/l ve ortalama değer $0,19 \pm 0,09$ g/l olarak, t_9 ölçüm aralığı 0-0,21 g/l ve ortalama değer $0,08 \pm 0,07$ g/l olarak

ve de t_{11} ölçüm aralığı 0-0,10 g/l ve ortalama değer $0,02 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_{13} ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.



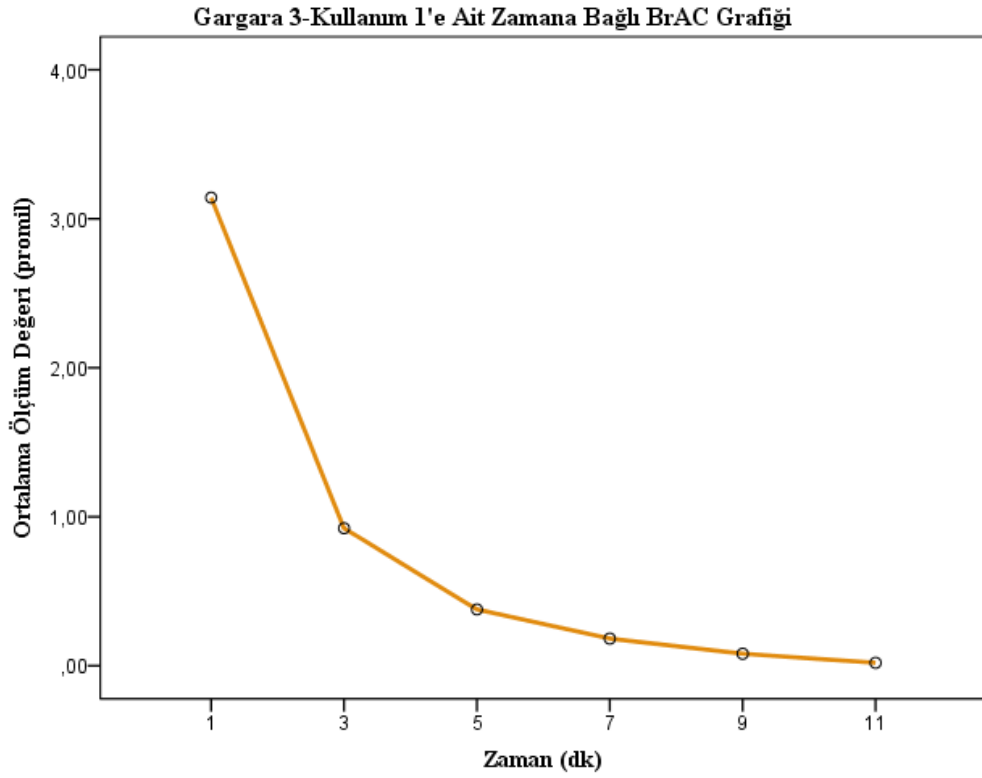
Şekil 1. Birinci gargaranın birinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği.

İkinci gargara birinci kullanım şekli (Gar2K1) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 1,69-4,90 g/l ve ortalama değer $3,48 \pm 0,94$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,58-1,72 g/l ve ortalama değer $1,08 \pm 0,26$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,21-0,87 g/l ve ortalama değer $0,46 \pm 0,18$ g/l olarak, t_7 ölçüm aralığı 0,09-0,40 g/l ve ortalama değer $0,23 \pm 0,09$ g/l olarak, t_9 ölçüm aralığı 0-0,19 g/l ve ortalama değeri $0,09 \pm 0,07$ g/l olarak ve de t_{11} ölçüm aralığı 0-0,09 g/l ve ortalama değer $0,03 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_{13} ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.



Şekil 2. İkinci gargaranın birinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği

Üçüncü gargara birinci kullanım şekli (Gar3K1) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 1,34-4,53 g/l ve ortalama değer $3,14 \pm 0,86$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,47-1,44 g/l ve ortalama değer $0,92 \pm 0,25$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,16-0,65 g/l ve ortalama değer $0,38 \pm 0,14$ g/l olarak ve de t_7 ölçüm aralığı 0,06-0,33 g/l ve ortalama değer $0,18 \pm 0,08$ g/l olarak, t_9 ölçüm aralığı 0-0,22 g/l ve ortalama değeri $0,08 \pm 0,07$ g/l olarak ve de t_{11} ölçüm aralığı 0-0,10 g/l ve ortalama değer $0,02 \pm 0,03$ g/l olarak saptanmıştır. t_{13} ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.



Şekil 3. Üçüncü gargaranın birinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği

Tablo 9. Alkol içeren gargaraların birinci kullanım tipi sonrası elde edilen zamana göre alkolmetre ölçüm değerleri analizi

Ürün	Ölçüm Zamanı	Sayı (n)	Ortalama (g/l)	Standart Sapma	Minimum (g/l)	Maksimum (g/l)
Gar1K1	t ₁	30	3,35	0,77	1,81	4,66
	t ₃	30	0,95	0,28	0,52	1,61
	t ₅	30	0,39	0,16	0,16	0,74
	t ₇	30	0,19	0,09	0,07	0,37
	t ₉	30	0,08	0,07	0	0,21
	t ₁₁	30	0,02	0,04	0	0,10
Gar2K1	t ₁	30	3,48	0,94	1,69	4,90
	t ₃	30	1,08	0,26	0,58	1,72
	t ₅	30	0,46	0,18	0,21	0,87
	t ₇	30	0,23	0,09	0,09	0,40
	t ₉	30	0,09	0,07	0	0,19
	t ₁₁	30	0,03	0,04	0	0,09
Gar3K1	t ₁	30	3,14	0,86	1,34	4,53
	t ₃	30	0,92	0,25	0,47	1,44
	t ₅	30	0,38	0,14	0,16	0,65
	t ₇	30	0,18	0,08	0,06	0,33
	t ₉	30	0,08	0,07	0	0,22
	t ₁₁	30	0,02	0,03	0	0,10

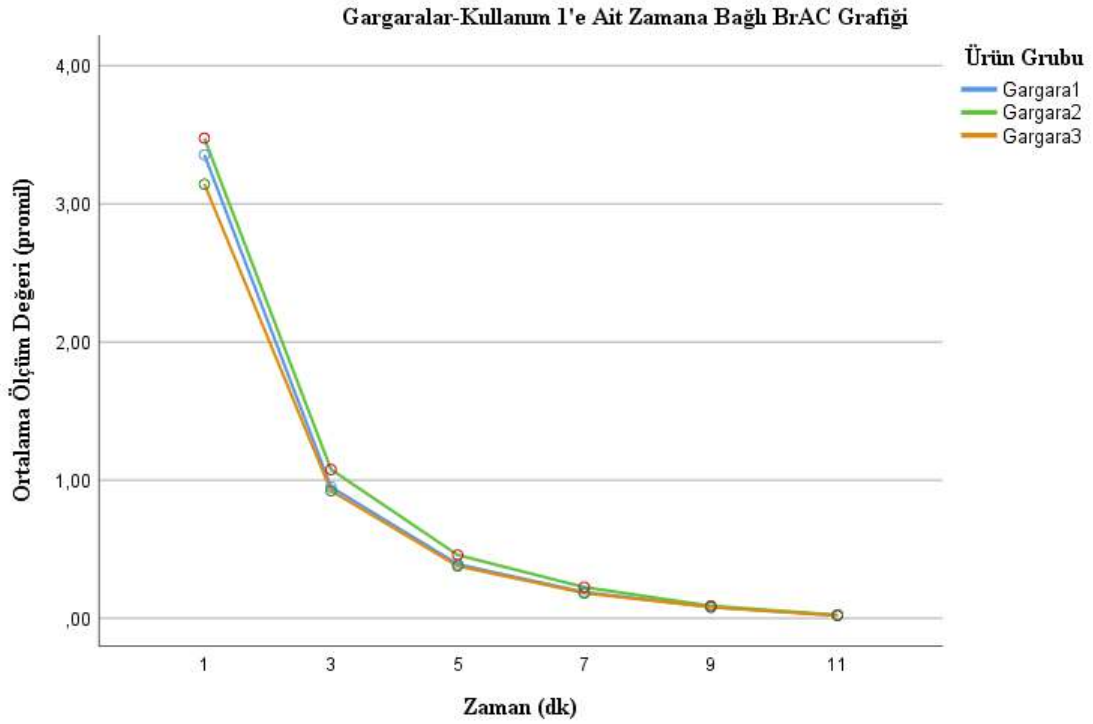
İki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi, araştırmaya katılan bireylerde zaman ile birlikte gargara türünün nefes alkol düzeyi üzerine olan etkileşim (ortak) etkisini ve ana etkileri belirlemek amacıyla yapıldı. Elde edilen analiz sonucuna göre, üç gargara türünün zamana bağlı azalışları arasında anlamlı bir fark tespit edilmedi ($F=2,314$, $p>0,05$).

Ancak gargara türünün nefes alkol düzeyi üzerine olan ana etkisinin anlamlı olduğu tespit edildi ($F=4,407$, $p=0,017$). Gargara türleri arasındaki farklılık, nefes alkol düzeyinde varyansın yüzde 13,2'sini açıklamaktadır.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testi olarak Bonferroni testi yapıldı. Bu test sonucuna göre yalnızca ikinci ve üçüncü gargaranın nefes alkol testi sonuçları arasında $p=0,02$ düzeyinde anlamlı fark tespit edilmiş olup, ikinci gargaranın nefes alkol düzeyi ortalaması üçüncü gargara ortalamasından daha yüksektir.

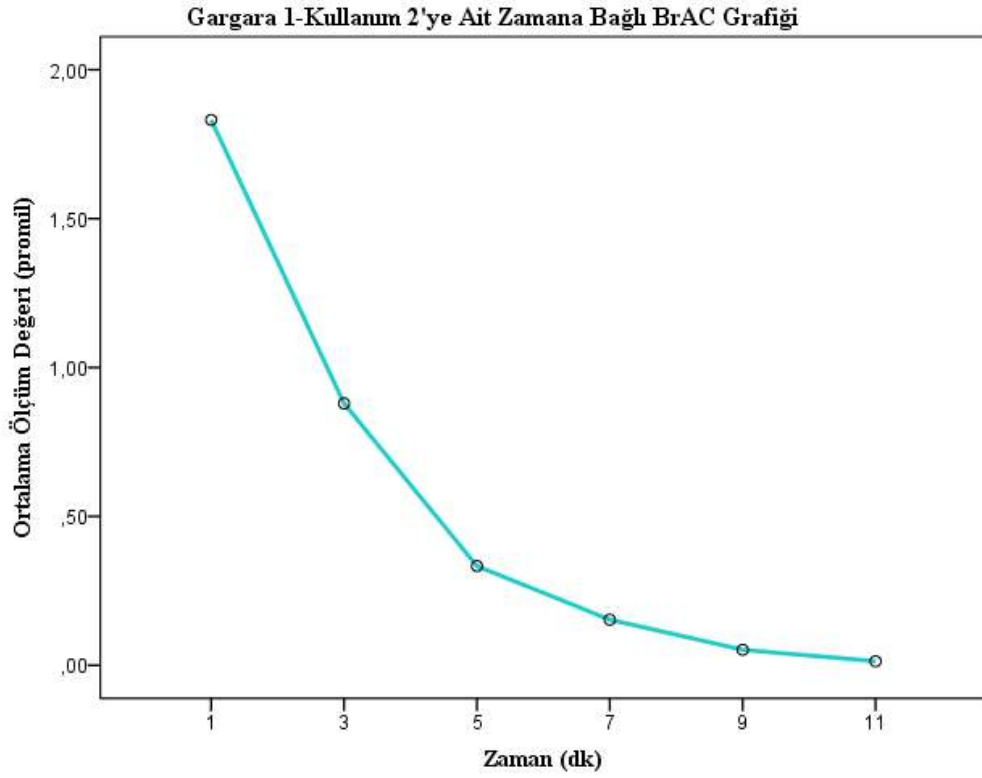
Tablo 10. Gargaraların birinci kullanım tipi sonrası gargara türleri ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta- kare (η^2)
Zaman*Gargara	Greenhouse- Geisser	1,273	2,334	0,545	2,314	0,098	0,074
Hata (zaman*gargara)	Greenhouse- Geisser	15,950	67,678	0,236			
Gargara	Sphericity Assumed	0,986	2	0,493	4,407	,017	0,132
Hata (gargara)	Sphericity Assumed	6,487	58	,112			



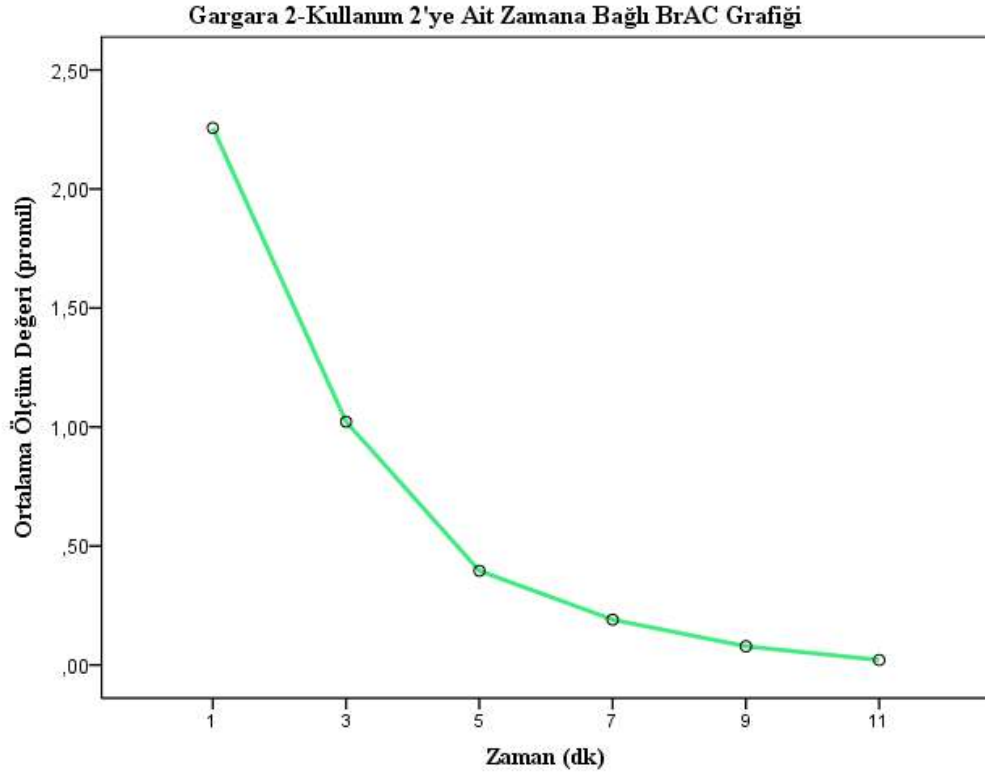
Şekil 4. Üç gargaranın birinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması

Birinci gargara ikinci kullanım şekli (Gar1K2) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 0,93-3,04 g/l ve ortalama değer $1,83 \pm 0,58$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,47-1,55 g/l ve ortalama değer $0,88 \pm 0,30$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,13-0,62 g/l ve ortalama değer $0,33 \pm 0,13$ g/l olarak, t_7 ölçüm aralığı 0,07-0,28 g/l ve ortalama değer $0,15 \pm 0,06$ g/l olarak, t_9 ölçüm aralığı 0-0,17 g/l ve ortalama değer $0,05 \pm 0,06$ g/l olarak ve de t_{11} ölçüm aralığı 0-0,12 g/l ve ortalama değer $0,01 \pm 0,03$ g/l olarak saptanmıştır. t_{13} ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.



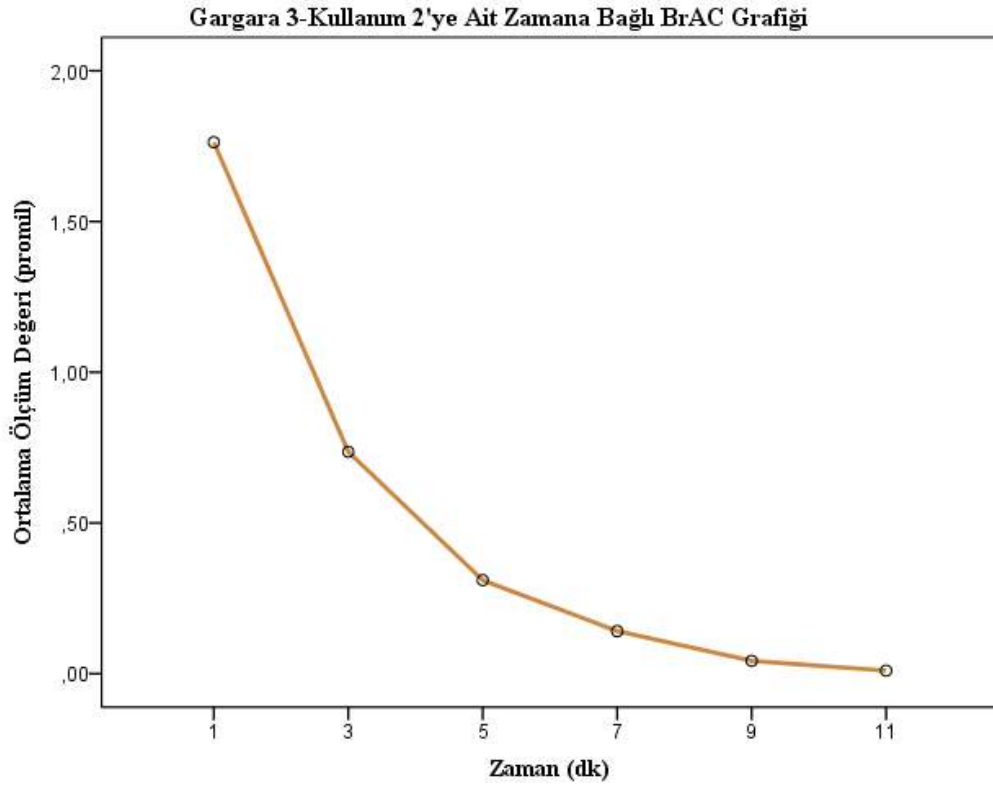
Şekil 5. Birinci gargaranın ikinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği

İkinci gargara ikinci kullanım şekli (Gar2K2) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 1,22-3,28 g/l ve ortalama değer $2,26 \pm 0,54$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,49-1,67 g/l ve ortalama değer $1,02 \pm 0,34$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,17-0,71 g/l ve ortalama değer $0,40 \pm 0,13$ g/l olarak, t_7 ölçüm aralığı 0,08-0,33 g/l ve ortalama değer $0,19 \pm 0,07$ g/l olarak, t_9 ölçüm aralığı 0-0,20 g/l ve ortalama değer $0,08 \pm 0,06$ g/l olarak ve de t_{11} ölçüm aralığı 0-0,10 g/l ve ortalama değer $0,02 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_{13} ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.



Şekil 6. İkinci gargaranın ikinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği

Üçüncü gargara ikinci kullanım şekli (Gar3K2) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 1,03-2,92 g/l ve ortalama değer $1,76 \pm 0,53$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,40-1,24 g/l ve ortalama değer $0,74 \pm 0,22$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,13-0,54 g/l ve ortalama değer $0,31 \pm 0,10$ g/l olarak, t_7 ölçüm aralığı 0,06-0,23 g/l ve ortalama değer $0,14 \pm 0,04$ g/l olarak, t_9 ölçüm aralığı 0-0,15 g/l ve ortalama değeri $0,04 \pm 0,05$ g/l olarak ve de t_{11} ölçüm aralığı 0-0,09 g/l ve ortalama değer $0,01 \pm 0,03$ g/l olarak saptanmıştır. t_{13} ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.



Şekil 7. Üçüncü gargaranın ikinci kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış grafiği

Gargara kullanımı ardından ağzın suyla çalkalandığı durumda hem ortalama değerlerin hem de minimum ve maksimum değerlerin, sadece gargara yapılması sonrasında ölçülen solunum alkol düzeylerine göre daha düşük seviyelerde olduğu görülmüştür.

Tablo 11. Alkol içeren gargaraların ikinci kullanım tipi sonrası elde edilen zamana göre alkolmetre ölçüm değerleri analizi

Ürün	Ölçüm Zamanı	Sayı (n)	Ortalama (g/l)	Standart Sapma	Minimum (g/l)	Maksimum (g/l)
Gar1K2	t ₁	30	1,83	0,58	0,93	3,04
	t ₃	30	0,88	0,30	0,47	1,55
	t ₅	30	0,33	0,13	0,13	0,62
	t ₇	30	0,15	0,06	0,07	0,28
	t ₉	30	0,05	0,06	0	0,17
	t ₁₁	30	0,01	0,03	0	0,12
Gar2K2	t ₁	30	2,26	0,54	1,22	3,28
	t ₃	30	1,02	0,34	0,49	1,67
	t ₅	30	0,40	0,13	0,17	0,71
	t ₇	30	0,19	0,07	0,08	0,33
	t ₉	30	0,08	0,06	0	0,20
	t ₁₁	30	0,02	0,04	0	0,10
Gar3K2	t ₁	30	1,76	0,53	1,03	2,92
	t ₃	30	0,74	0,22	0,40	1,24
	t ₅	30	0,31	0,10	0,13	0,54
	t ₇	30	0,14	0,04	0,06	0,23
	t ₉	30	0,04	0,05	0	0,15
	t ₁₁	30	0,01	0,03	0	0,09

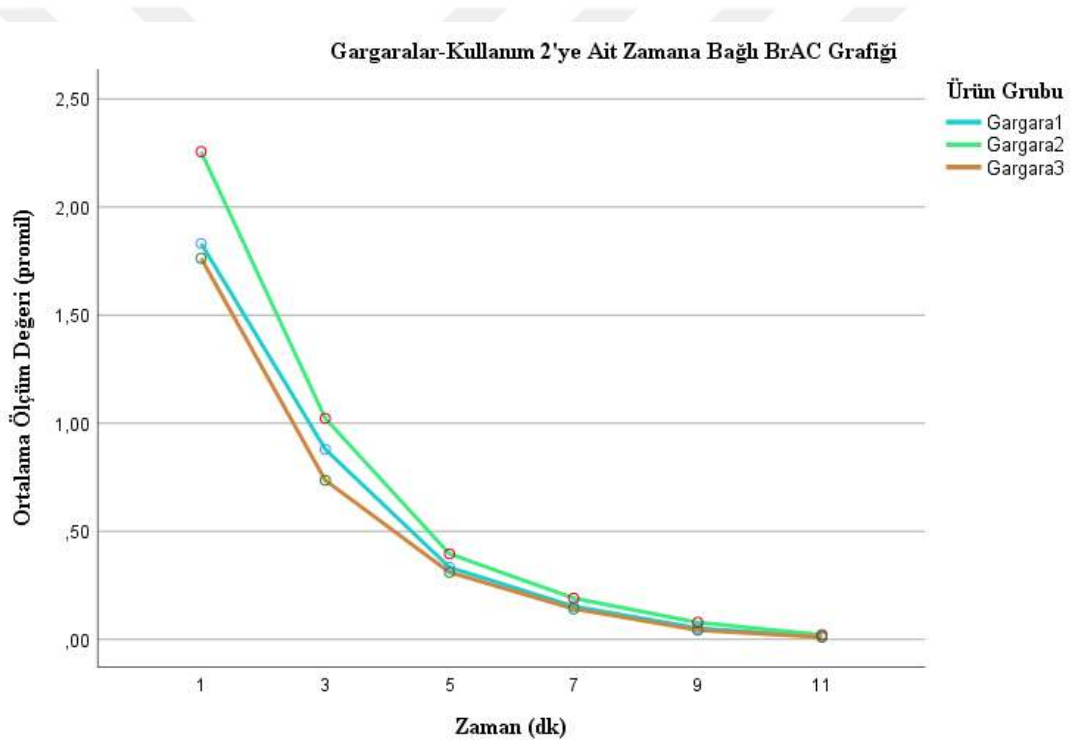
İki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi, araştırmaya katılan bireylerde zaman ile birlikte gargara türlerinin nefes alkol düzeyleri üzerine olan etkileşim (ortak) etkisini belirlemek amacıyla yapıldı. Elde edilen analiz sonucuna göre, üç gargara türünün zamana bağlı azalış eğilimleri arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($F=14,557$, $p<0,001$).

Gargara türlerinin nefes alkol düzeyleri üzerine olan ana etkisinin de anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($F=24,185$, $p<0,001$). İkinci kullanım tipinde gargara türleri arasındaki farklılık, nefes alkol düzeyinde varyansın yaklaşık yüzde 45,5'ini açıklamaktadır.

Farkın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testi olarak Bonferroni testi yapıldı. Bu test sonucuna göre ikinci gargara ile hem birinci hem de üçüncü gargaranın nefes alkol testi sonuçları arasında anlamlı fark tespit edilmiş olup ($p<0,001$), ikinci gargaranın nefes alkol testi ortalamaları birinci ve üçüncü gargara ortalamalarından daha yüksektir.

Tablo 12. Gargaraların ikinci kullanım tipi sonrası gargara türleri ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta- kare (η^2)
Zaman*Gargara	Greenhouse- Geisser	3,221	2,643	1,219	14,557	<0,001	0,334
Hata (zaman*gargara)	Greenhouse- Geisser	6,416	76,648	0,236			
Gargara	Sphericity Assumed	2,473	2	1,237	24,185	<0,001	0,455
Hata (gargara)	Sphericity Assumed	2,966	58	0,051			



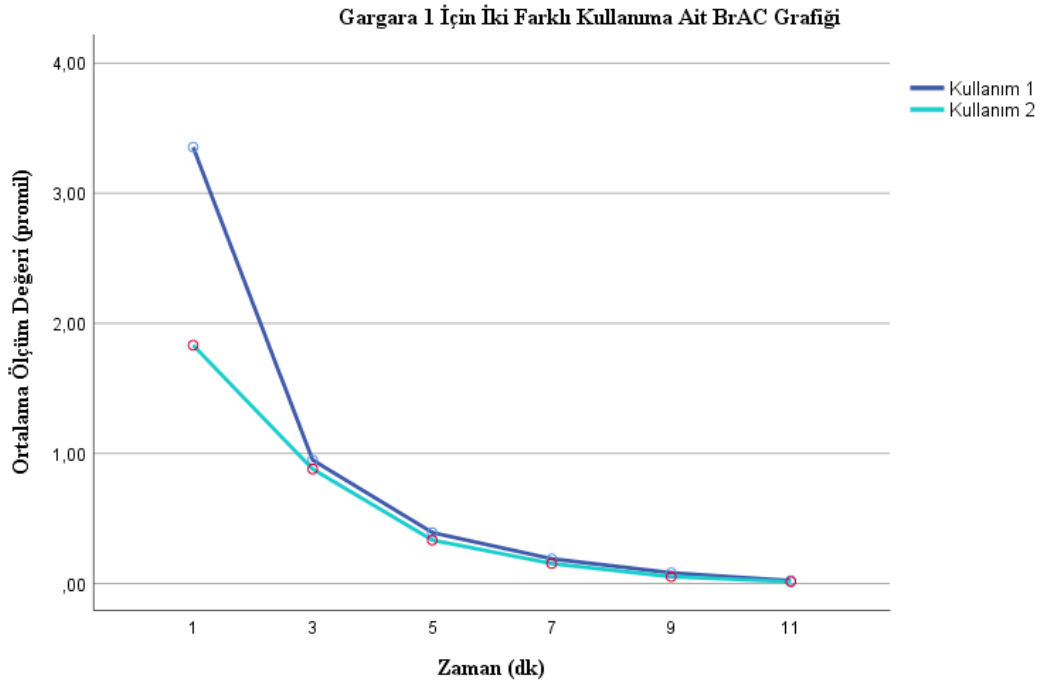
Şekil 8. Üç gargaranın ikinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması

Araştırmaya katılan bireylerde zaman ile birlikte gargara kullanım şeklinin nefes alkol düzeyleri üzerine olan etkileşim etkisini ve ana etkileri belirlemek amacıyla, iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi yapıldı. Elde edilen analiz sonucuna göre, her üç gargara için de gargara kullanım şekli ile zaman etkileşim etkisi $p<0,001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

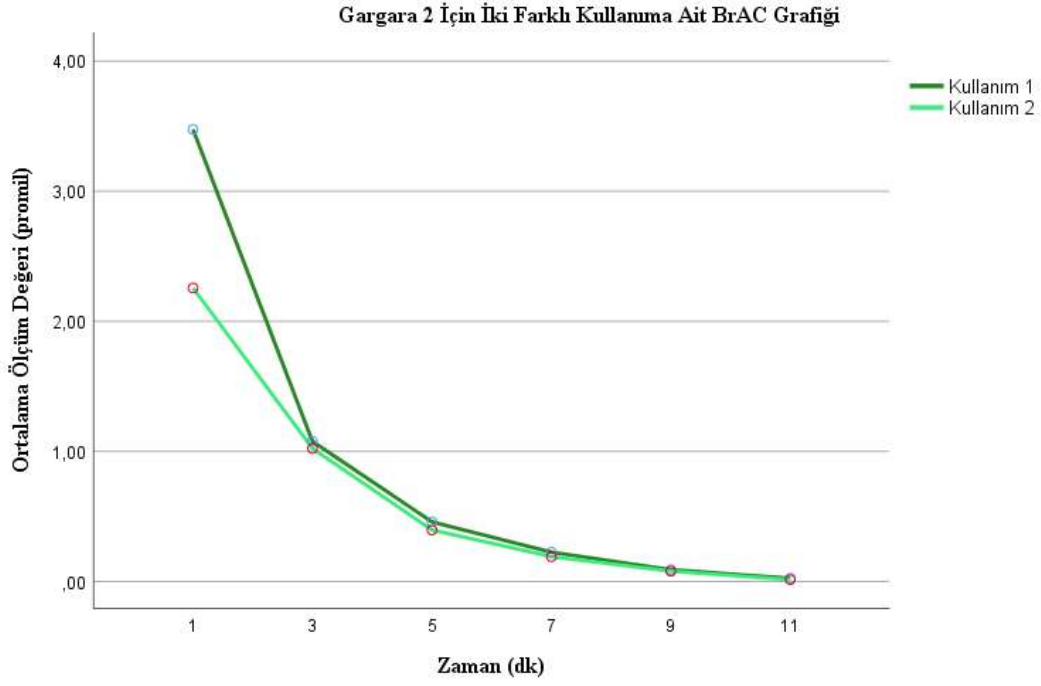
Gargara kullanım şeklinin nefes alkol düzeyleri üzerine olan ana etkisi incelendiğinde; her üç gargara türünde de iki kullanım tipi arasında anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir. Birinci gargara için $F=71,710$, $p<0,001$ ve $\eta^2=0,712$ olarak, ikinci gargara için $F=51,010$, $p<0,001$ ve $\eta^2=0,638$ olarak ve üçüncü gargara için ise $F=75,591$, $p<0,001$ ve $\eta^2=0,723$ olarak bulundu. Yani, gargara kullanım şeklindeki farklılığın nefes alkol düzeyi ortalamaları üzerine anlamlı etkisi olup bu farklılık büyük etki gücüne sahiptir.

Tablo 13. Gargaraların birinci ve ikinci kullanım tipi arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu

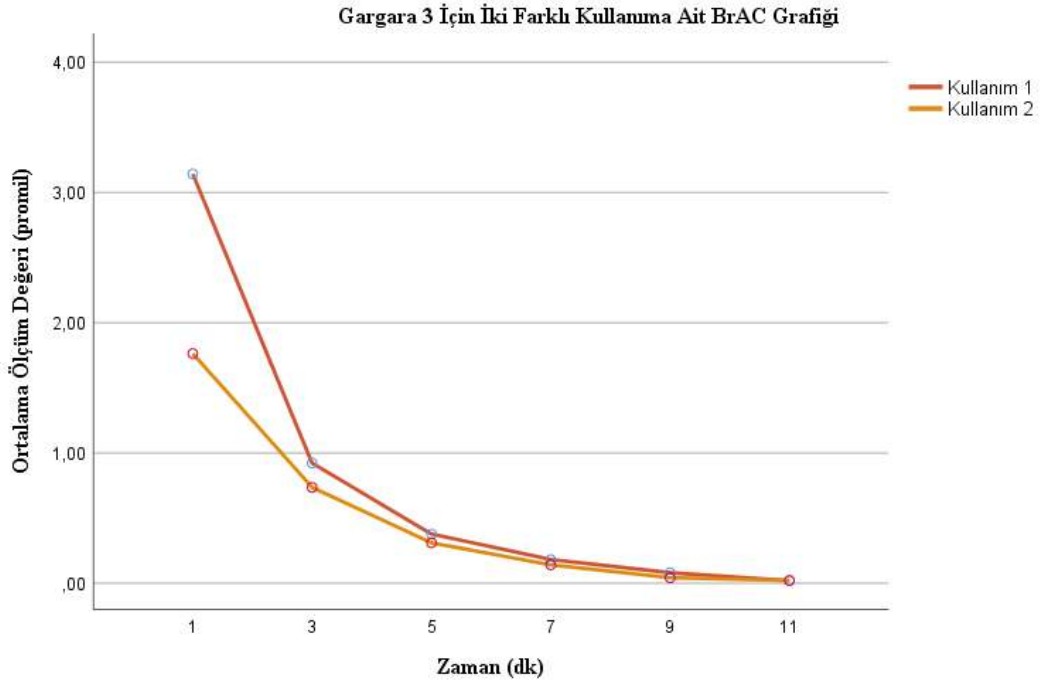
	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta-kare (η^2)
Gargara 1	1	7,445	71,710	<0,001	0,712
Hata (gargara1)	29	0,104			
Gargara 2	1	4,856	51,010	<0,001	0,638
Hata (gargara2)	29	0,95			
Gargara 3	1	7,322	75,591	<0,001	0,723
Hata (gargara3)	29	0,097			



Şekil 9. Birinci gargaranın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması



Şekil 10. İkinci gargaranın her iki kullanımına ait ortalama promil değeriinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması



Şekil 11. Üçüncü gargaranın her iki kullanımına ait ortalama promil değeriinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması

%70 alkol içeren birinci el dezenfektanının ellere dökülerek ovuşturulması (Dez1K1) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 0,11-0,34 g/l ve ortalama değer $0,20 \pm 0,06$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,06-0,13 g/l ve ortalama değer $0,09 \pm 0,02$ g/l olarak saptanmıştır. t_5 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

%65 alkol içeren ikinci el dezenfektanının ellere dökülerek ovuşturulması (Dez2K1) sonrası yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 0,11-0,28 g/l ve ortalama değer $0,18 \pm 0,04$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,06-0,14 g/l ve ortalama değer $0,09 \pm 0,02$ g/l olarak saptanmıştır. t_5 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

%80 alkol içeren kolonyanın ellere dökülerek ovuşturulması (Dez3K1) sonrası yapılan ölçümlerde ise; t_1 ölçüm aralığı 0,14-0,43 g/l ve ortalama değer $0,26 \pm 0,02$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,06-0,16 g/l ve ortalama değer $0,10 \pm 0,03$ g/l olarak saptanmıştır. t_5 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Tablo 14. İki farklı dezenfektan ile kolonyanın birinci kullanım tipi sonrası elde edilen nefes alkol testi ölçüm değerleri analizi

Ürün	Ölçüm Zamanı	Sayı (n)	Ortalama (g/l)	Standart Sapma	Minimum (g/l)	Maksimum (g/l)
Dez1K1	t_1	30	0,20	0,06	0,11	0,34
	t_3	30	0,09	0,02	0,06	0,13
Dez2K1	t_1	30	0,18	0,04	0,11	0,28
	t_3	30	0,09	0,02	0,06	0,14
Dez3K1	t_1	30	0,26	0,08	0,14	0,43
	t_3	30	0,10	0,03	0,06	0,16

Araştırmaya katılan bireylerde zaman ile birlikte dezenfektan türünün nefes alkol düzeyi üzerine olan etkileşim etkisini belirlemek amacıyla iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi yapıldı. Analiz sonucuna göre, üç dezenfektan türünün zamana bağlı azalış eğilimleri arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($F=13,597$, $p<0,001$).

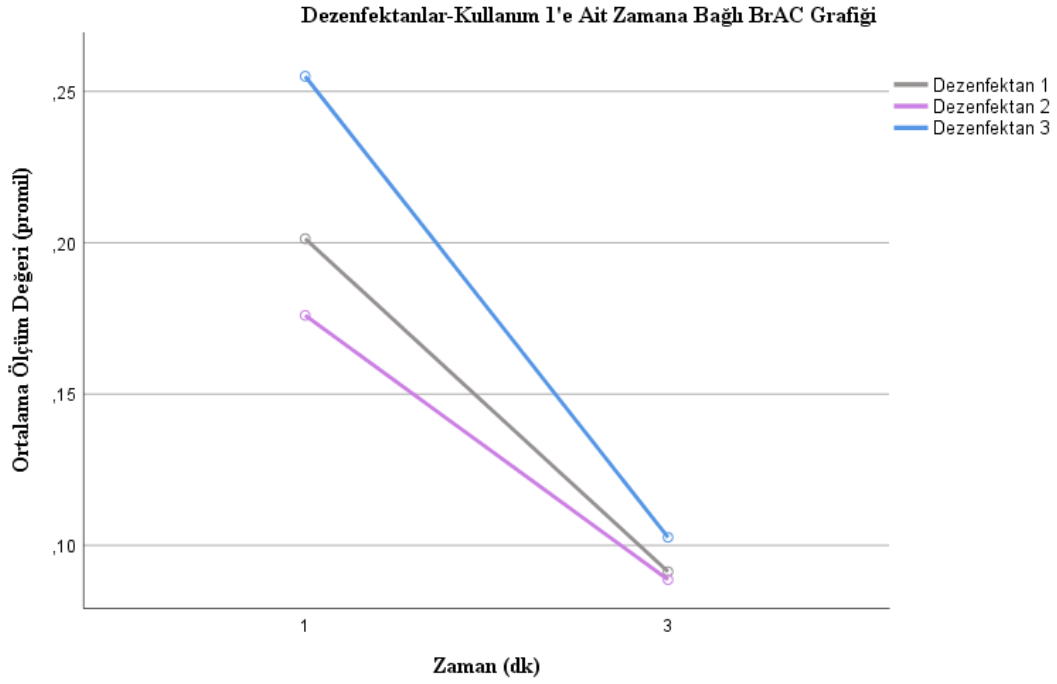
Dezenfektan türünün nefes alkol düzeyi üzerine olan ana etkisinin de anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($F=13,771$, $p<0,001$). Birinci kullanım tipinde dezenfektan

türleri arasındaki farklılık, nefes alkol düzeyinde varyansın yaklaşık yüzde 32,2'sini açıklamaktadır.

Farkın hangi dezenfektanlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testi olarak Bonferroni testi yapıldı. Bu test sonucuna göre %80 alkol içeren üçüncü dezenfektan (kolonya) ile %70 alkol içeren birinci dezenfektana ait nefes alkol testi sonuçları arasında $p=0,008$ düzeyinde, %65 alkol içeren ikinci dezenfektana ait sonuçlar arasındaysa $p<0,001$ düzeyinde anlamlı fark tespit edilmiştir. Üçüncü dezenfektanın nefes alkol testi ortalamaları birinci ve ikinci dezenfektan ortalamalarından daha yüksektir. Birinci ve ikinci dezenfektan arasında ise anlamlı düzeyde bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 15. Dezenfektanların birinci kullanım tipi sonrası dezenfektan türü ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta- kare (ηp^2)
Zaman*Dezenfektan	Huynh-Feldt	0,033	1,634	0,020	13,597	<0,001	0,319
Hata (zaman*dezenfektan)	Huynh-Feldt	0,070	47,381	0,001			
Dezenfektan	Huynh-Feldt	0,068	1,605	0,043	13,771	<0,001	0,322
Hata (dezenfektan)	Huynh-Feldt	0,144	46,537	0,003			



Şekil 12. Üç dezenfektanın birinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması

Birinci el dezenfektanının ellere dökülerek ovuşturulması sonrasında ellerin koklanarak hafifçe yüze vurulması (Dez1K2) ardından yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 1,10-1,96 g/l ve ortalama değer $1,51 \pm 0,25$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,10-0,28 g/l ve ortalama değer $0,18 \pm 0,05$ g/l olarak ve de t_5 ölçüm aralığı 0-0,10 g/l ve ortalama değer $0,04 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_7 ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

İkinci el dezenfektanının ellere dökülerek ovuşturulması sonrasında ellerin koklanarak hafifçe yüze vurulması (Dez2K2) ardından yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 0,64-1,64 g/l ve ortalama değer $1,14 \pm 0,25$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,06-0,24 g/l ve ortalama değer $0,15 \pm 0,05$ g/l olarak ve de t_5 ölçüm aralığı 0-0,11 g/l ve ortalama değer $0,02 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_7 ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Kolonyanın ellere dökülerek ovuşturulması sonrasında ellerin koklanarak hafifçe yüze vurulması (Dez3K2) ardından yapılan ölçümlerde; t_1 ölçüm aralığı 0,91-2,76 g/l ve ortalama değer $1,69 \pm 0,50$ g/l olarak, t_3 ölçüm aralığı 0,14-0,63 g/l ve ortalama değer $0,31 \pm 0,12$ g/l olarak, t_5 ölçüm aralığı 0,06-0,20 g/l ve ortalama değer $0,12 \pm 0,04$ g/l

olarak ve de t_7 ölçüm aralığı 0-0,12 g/l ve ortalama değer $0,03 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_9 ölçümlerinin hiçbirinde deneklerin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Tablo 16. İki farklı dezenfektan ile kolonyanın ikinci kullanımı sonrası elde edilen nefes alkol testi ölçüm değerleri analizi

Ürün	Ölçüm Zamanı	Sayı (n)	Ortalama (g/l)	Standart Sapma	Minimum (g/l)	Maksimum (g/l)
Dez1K2	t_1	30	1,51	0,25	1,10	1,96
	t_3	30	0,18	0,05	0,10	0,28
	t_5	30	0,04	0,04	0	0,10
Dez2K2	t_1	30	1,14	0,25	0,64	1,64
	t_3	30	0,15	0,05	0,06	0,24
	t_5	30	0,02	0,04	0	0,11
Dez3K2	t_1	30	1,69	0,50	0,91	2,76
	t_3	30	0,31	0,12	0,14	0,63
	t_5	30	0,12	0,04	0,06	0,20
	t_7	30	0,03	0,04	0	0,12

Tüm deneklerde, el dezenfektanlarının ve kolonyanın ellere dökülüp ovuşturulması, ardından ellerin koklanması ve hafifçe yüze vurulması şeklinde kullanım tarzının, bu ürünlerin sadece ellere dökülüp ovuşturulması şeklinde kullanılmasına göre daha yüksek nefes alkol düzeylerine neden olduğu görülmüş olup pozitif ölçüm saptanan sürenin ise el dezenfektanlarında 3 dakikadan 5 dakikaya, kolonyada ise 3 dakikadan 7 dakikaya uzadığı tespit edilmiştir.

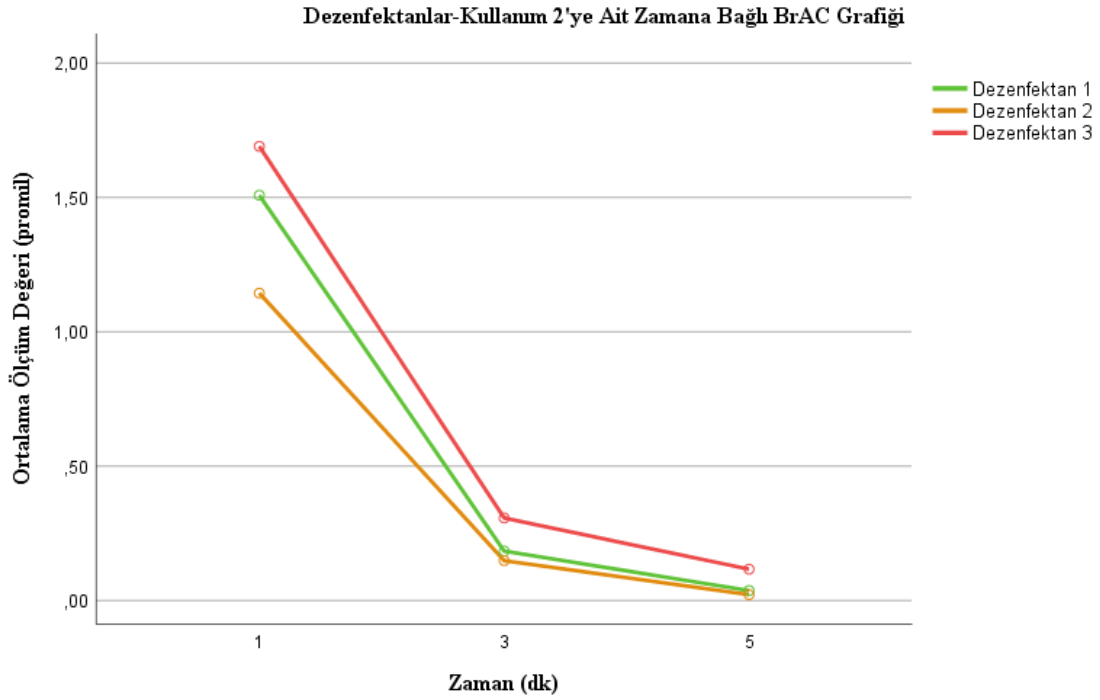
Araştırmaya katılan bireylerde ikinci kullanım tipinde, zaman ile birlikte dezenfektan türünün nefes alkol düzeyi üzerine olan etkileşim etkisini ve ana etkileri belirlemek amacıyla iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi yapıldı. Analiz sonucuna göre, üç dezenfektan türünün zamana bağlı azalış eğilimleri arasında anlamlı fark tespit edilmiştir ($F=23,511$, $p<0,001$).

Dezenfektan türünün nefes alkol düzeyi üzerine olan ana etkisinin de anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($F=13,771$, $p<0,001$). İkinci kullanım tipinde dezenfektan türleri arasındaki farklılık, nefes alkol düzeyinde varyansın yüzde 57,7'sini açıklamaktadır.

Farkın hangi dezenfektanlar arasında olduğunu belirlemek amacıyla post-hoc testi olarak Bonferroni testi yapıldı. Bu test sonucuna göre %80 alkol içeren üçüncü dezenfektan (kolonya) ile %70 alkol içeren birinci dezenfektana ait nefes alkol testi sonuçları arasında $p=0,004$ düzeyinde, %65 alkol içeren ikinci dezenfektana ait sonuçlar arasındaysa $p<0,001$ düzeyinde anlamlı fark tespit edilmiştir. Kolonyanın nefes alkol testi ortalamaları birinci ve ikinci dezenfektan ortalamalarından daha yüksektir. Birinci dezenfektanın nefes alkol testi ortalaması da ikinci dezenfektan ortalamasından yüksek olup $p<0,001$ düzeyinde anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 17. Dezenfektanların ikinci kullanım tipi sonrası dezenfektan türü ve zaman arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu

		Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta-kare (ηp^2)
Zaman*Dezenfektan	Greenhouse- Geisser	2,014	1,708	1,179	23,511	<0,001	0,448
Hata (zaman*dezenfektan)	Greenhouse- Geisser	2,484	49,535	0,050			
Dezenfektan	Greenhouse- Geisser	3,202	1,479	2,164	39,532	<0,001	0,577
Hata (dezenfektan)	Greenhouse- Geisser	0,144	46,537	0,003			



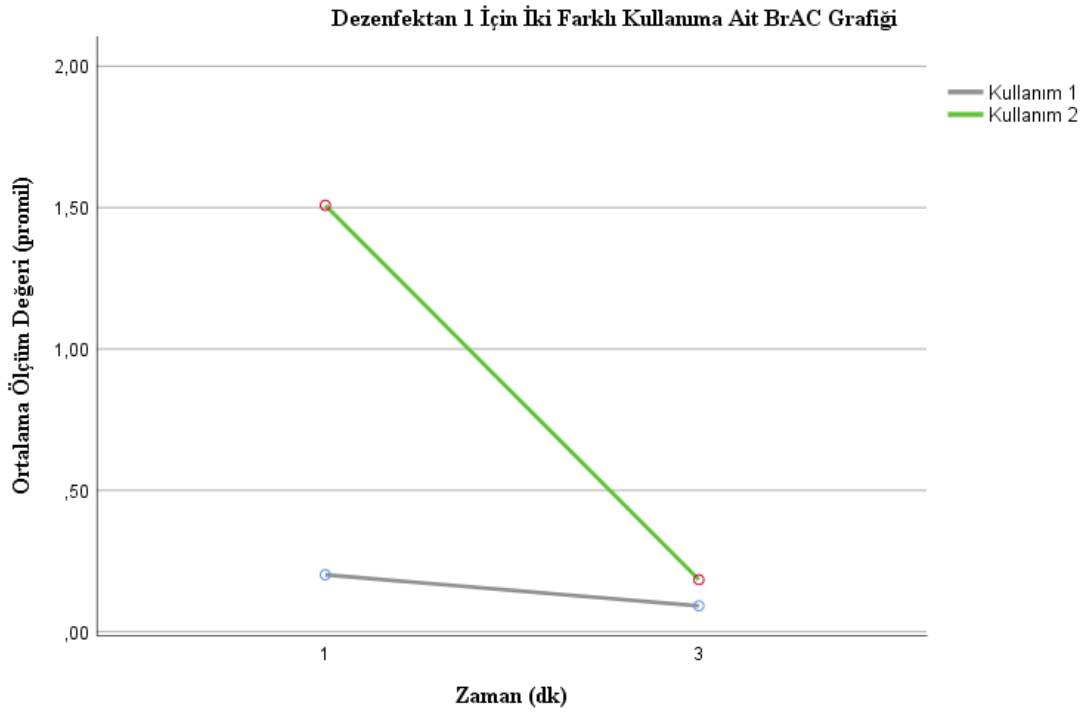
Şekil 13. Üç dezenfektanın ikinci kullanım tipine ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalış eğrilerinin karşılaştırılması

Araştırmaya katılan bireylerde zaman ile birlikte dezenfektan kullanım şeklinin nefes alkol düzeyleri üzerine olan etkileşim etkisini ve ana etkileri belirlemek amacıyla, iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi yapıldı. Elde edilen analiz sonucuna göre, her üç dezenfektan için de dezenfektan kullanım şekli ile zaman etkileşim etkisi $p<0,001$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur.

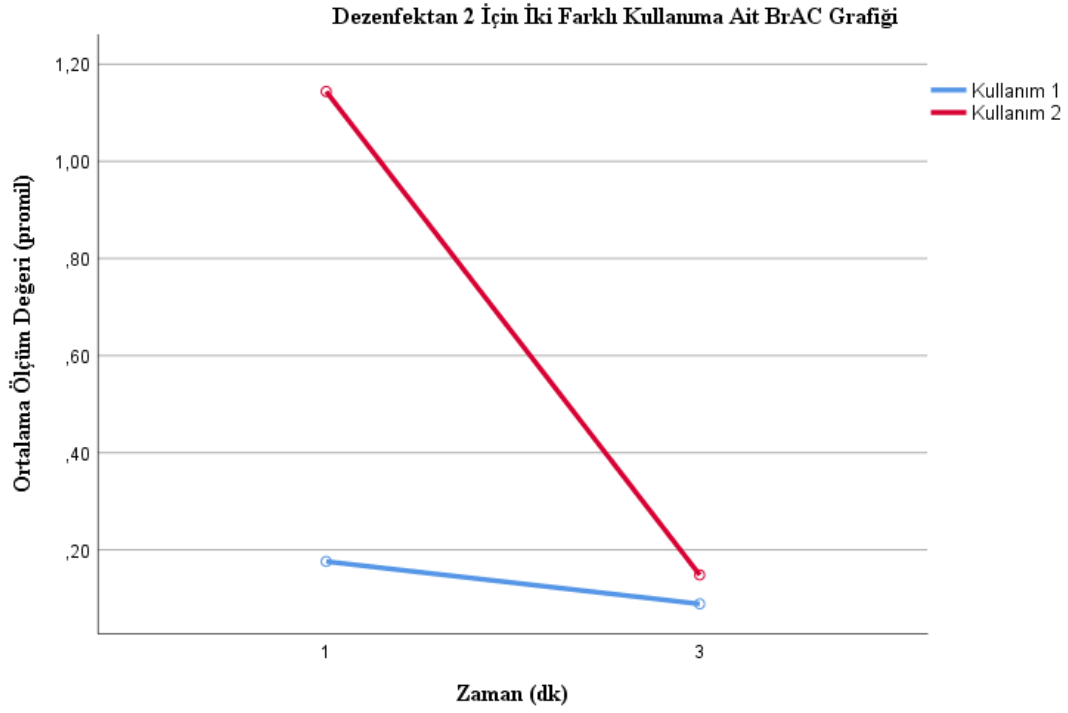
Dezenfektan kullanım şeklinin nefes alkol düzeyleri üzerine olan ana etkisi incelendiğinde; her üç dezenfektan türünde de iki kullanım tipi arasında anlamlı düzeyde fark tespit edilmiştir. Birinci dezenfektan için $F=844,698$, $p<0,001$ ve $\eta^2=0,967$ olarak, ikinci gargara için $F=366,144$, $p<0,001$ ve $\eta^2=0,927$ olarak ve üçüncü dezenfektan için ise $F=247,728$, $p<0,001$ ve $\eta^2=0,895$ olarak bulundu. Yani, dezenfektan kullanım şeklindeki farklılığın nefes alkol düzeyi ortalamaları üzerine anlamlı etkisi olup bu farklılık büyük etki gücüne sahiptir.

Tablo 18. Dezenfektanların birinci ve ikinci kullanım tipi arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik yapılan iki yönlü tekrarlı ölçümler ANOVA testi sonucu

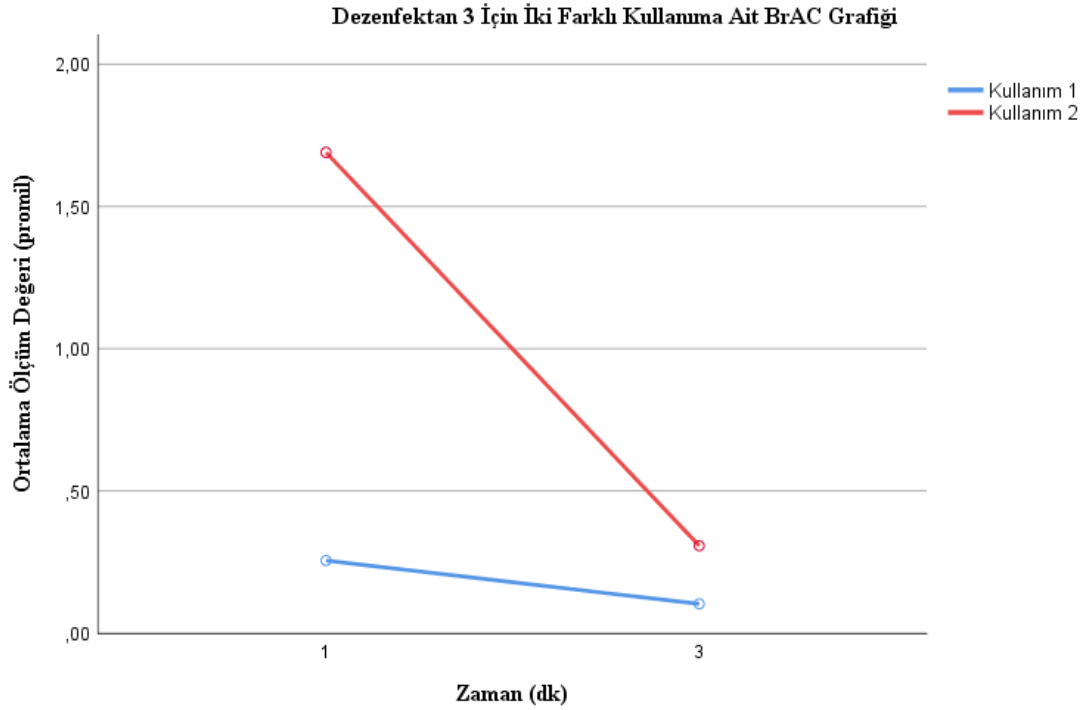
	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta-kare (η^2)
Dezenfektan 1	1	14,686	844,698	<0,001	0,967
Hata (dezenfektan1)	29	0,017			
Dezenfektan 2	1	7,916	366,144	<0,001	0,927
Hata (dezenfektan2)	29	0,022			
Dezenfektan 3	1	20,156	247,728	<0,001	0,895
Hata (dezenfektan3)	29	0,081			



Şekil 14. Birinci dezenfektanın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması



Şekil 15. İkinci dezenfektanın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması



Şekil 16. Üçüncü dezenfektanın her iki kullanımına ait ortalama promil değerlerinin zamana bağlı azalışlarının karşılaştırılması

Çalışmamızda üçü etken madde olarak alkol içeren 5 farklı diş macunu test edilmiş ancak hiçbirinin kullanımının ardından yapılan ölçümlerde solunum havasında alkol saptanmamıştır.

Çalışmamızda, fermentasyon sonucunda alkol meydana gelmesi beklenen gıdalardan yola çıkılarak araştırmaya dahil edilen içeceklerden organik üzüm suyu, organik portakal suyu, organik nar suyu ve şalgam suyunun tüketilmesi ardından yapılan ölçümlerde pozitif sonuçlara rastlanmıştır. Ayran, kefir, organik elma suyu, organik kırmızı karışık (vişne, nar, siyah havuç, üzüm, çilek) meyve suyu, organik karışık (şeftali, elma, kayısı) meyve suyu tüketilmesi ardından yapılan ölçümlerde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir. Alkolsüz içecek sınıfında olan ve araştırma kapsamında test edilen portakallı gazlı içecek, enerji içeceği ve beş farklı gazozun tüketimi ardından yapılan ölçümlerde de solunum havasında alkol saptanmamıştır.

Mentollü sakız ve şeker tüketimi ardından yapılan ölçümlerde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Organik üzüm suyunun içilmesinin ardından yapılan t_1 ölçümlerinde, ölçüm aralığı 0,00-0,32 g/l ve ortalama değer $0,13 \pm 0,09$ g/l olarak saptanmıştır. t_1 ölçümünde pozitif değer saptanan denek sayısı 24'tür. t_3 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Organik nar suyunun içilmesinin ardından yapılan t_1 ölçümlerinde, ölçüm aralığı 0,06-0,14 g/l ve ortalama değer $0,10 \pm 0,02$ g/l olarak saptanmıştır. t_3 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Organik portakal suyunun içilmesinin ardından yapılan t_1 ölçümlerinde, ölçüm aralığı 0-0,11 g/l ve ortalama değer $0,05 \pm 0,04$ g/l olarak saptanmıştır. t_1 ölçümünde pozitif değer saptanan denek sayısı 21'dir. t_3 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Mandalinalı gazlı içeceğin içilmesinin ardından yapılan t_1 ölçümlerinde, ölçüm aralığı 0,06-0,17 g/l ve ortalama değer $0,10 \pm 0,03$ g/l olarak saptanmıştır. t_3 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Şalgam suyunun içilmesinin ardından yapılan ölçümlerde ise; t_1 ölçümleri 0,07-0,23 g/l aralığında ve ortalama değer $0,13 \pm 0,04$ g/l olarak ve t_3 ölçümleri aralığı ise 0-0,09 g/l ve ortalama değer $0,02 \pm 0,03$ g/l olarak saptanmıştır. t_3 ölçümünde pozitif değer

saptanan denek sayısı 7'dir. t_5 ölçümlerinde deneklerin hiç birinde solunum havasında alkol tespit edilmemiştir.

Tablo 19. Beş farklı içeceğin tüketilmesi sonrası alkolmetre ile elde edilen nefes alkol testi ölçüm değerleri analizi

Ürün	Ölçüm Zamanı	Sayı (n)	Ortalama (g/l)	Standart Sapma	Minimum (g/l)	Maksimum (g/l)
Üzüm suyu	t_1	30	0,13	0,09	0	0,32
Nar suyu	t_1	30	0,10	0,02	0,06	0,14
Portakal suyu	t_1	30	0,05	0,04	0,00	0,11
Mandalinalı gazlı içecek	t_1	21	0,10	0,03	0,06	0,17
Şalgam suyu	t_1	30	0,13	0,04	0,07	0,23
	t_3	30	0,02	0,03	0	0,09

Gargaranın birinci ve ikinci kullanım tipi sonrası yapılan tüm t_1 ölçümlerinde 0,5 promil ve üzerinde değerler saptanmıştır. t_3 ölçümlerinde her iki kullanım tipinde çoğunlukla 0,5 promil ve üzerinde olmak üzere 0,5 promil ve altında ölçüm değerleri elde edilmeye başlanmıştır. t_5 ölçümlerinde de gargara türü ve kullanım tipine bağlı şekilde farklı oranlarda 0,5 promil ve üzerinde değerler saptanmış olup, t_7 itibariyle de bütün gargara türü ve kullanım tipinde yapılan ölçümlerde 0,5 promil ve üzerinde değer saptanmamıştır. Gargara kullanımı sonrası 0,5 promil ve üzerinde görülen değerlerin gargara türü ve kullanım tipine göre dağılımı tablo 20'te gösterilmiştir.

Tablo 20. Birinci ve ikinci tip gargara kullanımı sonrası 0,5 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı

	t_1		t_3		t_5		t_7, t_9 ve t_{11}	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Gar1K1	30	100	30	100	8	26,67	0	0
Gar2K1	30	100	30	100	12	40	0	0
Gar3K1	30	100	29	96,67	7	23,33	0	0
Gar1K2	30	100	28	93,33	4	13,33	0	0
Gar2K2	30	100	29	96,67	7	23,33	0	0
Gar3K2	30	100	27	90	1	3,33	0	0

Gargaranın birinci ve ikinci kullanım tipi sonrası yapılan tüm t_1 ve t_3 ölçümlerinde 0,2 promil ve üzerinde değerler saptanmıştır. t_5 ölçümlerinde her iki kullanım tipinde çoğunlukla 0,2 promil ve üzerinde olmak üzere 0,2 promil ve altında ölçüm değerleri elde edilmeye başlanmıştır. t_7 ölçümlerinde de gargara türü ve kullanım tipine bağlı şekilde farklı oranlarda 0,2 promil ve üzerinde değerler saptanmıştır. t_9 ölçümlerinde birinci gargara birinci kullanım tipi ve ikinci gargara ikinci kullanım tipinde birer denekte 0,2 promil ve üzerinde değer elde edilmiş olup, t_{11} itibariyle de bütün gargara türü ve kullanım tipinde yapılan ölçümlerde 0,2 promil ve üzerinde değer saptanmamıştır. Gargara kullanımı sonrası 0,2 promil ve üzerinde görülen değerlerin gargara türü ve kullanım tipine göre dağılımı tablo 21’te gösterilmiştir.

Tablo 21. Birinci ve ikinci tip gargara kullanımı sonrası 0,2 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı

	t_1 ve t_3		t_5		t_7		t_9		t_{11}	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Gar1K1	30	100	29	96,67	12	40	1	3,33	0	0
Gar2K1	30	100	30	100	19	63,33	0	0	0	0
Gar3K1	30	100	27	90	11	36,67	0	0	0	0
Gar1K2	30	100	26	86,67	5	16,67	0	0	0	0
Gar2K2	30	100	28	93,33	11	36,67	1	3,33	0	0
Gar3K2	30	100	26	86,67	3	10	0	0	0	0

El dezenfektanları ve kolonyanın birinci kullanım tipi sonrası yapılan ölçümlerde 0,5 promil ve üzerinde değer saptanmamıştır. İkinci kullanım tipi sonrası yapılan t_1 ölçümlerinde el dezenfektanlarında tüm deneklerde, kolonyada ise deneklerin 29'unda (%96,67) 0,5 promil ve üzerinde değerler saptanmıştır. t_3 'te yapılan ölçümlerde ise yalnızca kolonya kullanan bir denekte 0,5 promil ve üzerinde değer saptanmıştır. El dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası 0,5 promil ve üzerinde görülen değerlerin dezenfektan türü ve kullanım tipine göre dağılımı tablo 22'te gösterilmiştir.

Tablo 22. Birinci ve ikinci tip el dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası 0,5 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı

	t_1		t_3		t_5	
	n	%	n	%	n	%
Dez1K1	0	0	0	0	0	0
Dez2K1	0	0	0	0	0	0
Dez3K1	0	0	0	0	0	0
Dez1K2	30	100	0	0	0	0
Dez2K2	30	100	0	0	0	0
Dez3K2	29	96,67	1	3,33	0	0

El dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası yapılan t_1 ölçümlerinde; ikinci kullanım tipinde tüm deneklerde ve birinci kullanım tipinde ise değişen oranlarda 0,2 promil ve üzerinde değerler saptanmıştır. t_3 ölçümlerinde ise; birinci kullanım tipinde hiçbir denekte 0,2 promil ve üzerinde değer saptanmazken, ikinci kullanım tipinde değişen oranlarda 0,2 promil ve üzerinde ölçüm değerleri görülmüştür. t_5 'te yapılan ölçümlerde ise yalnızca kolonya kullanan bir denekte 0,2 promil ve üzerinde değer saptanmıştır. El dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası 0,2 promil ve üzerinde görülen değerlerin dezenfektan türü ve kullanım tipine göre dağılımı tablo 23'te gösterilmiştir.

Tablo 23. Birinci ve ikinci tip el dezenfektanı ve kolonya kullanımı sonrası 0,2 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı

	t₁		t₃		t₅		t₇	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Dez1K1	11	36,67	0	100	0	0	0	0
Dez2K1	7	23,33	0	100	0	0	0	0
Dez3K1	16	53,33	0	96,67	0	0	0	0
Dez1K2	30	100	11	36,67	0	0	0	0
Dez2K2	30	100	6	20	0	0	0	0
Dez3K2	30	100	26	86,67	1	3,33	0	0

İçeceklerin tüketimi ardından yapılan ölçümlerde hiçbir denekte 0,5 promil ve üzerinde ölçüm değeri saptanmamıştır. İçeceklerin tüketilmesinin ardından yapılan t₁ ölçümlerinde; organik üzüm suyunun tüketimi ardından 8 denekte (%26,67) ve şalgam suyunun tüketimi ardından ise 2 denekte (%6,67) 0,2 promil ve üzerinde değer saptanmıştır. Organik nar suyu, organik portakal suyu ve mandalinalı gazlı içeceğin tüketimi ardından yapılan ölçümlerin hepsinin 0,2 promilin altında olduğu görülmüştür. İçeceklerin tüketilmesinin ardından yapılan t₃ ölçümlerinde hiçbir denekte hiçbir içekte 0,2 promil ve üzerinde değer saptanmamıştır. İçeceklerin tüketimi sonrası 0,2 promil ve üzerinde görülen değerlerin içecek türüne göre dağılımı tablo 24'te gösterilmiştir.

Tablo 24.İçeceklerin tüketimi sonrası 0,2 promil ve üzerinde elde edilen ölçüm değerlerinin dağılımı

	t₁		t₃	
	n	%	n	%
Üzüm suyu	8	26,67	-	-
Nar suyu	0	0	-	-
Portakal suyu	0	0	-	-
Mandalinalı gazlı içecek	0	0	-	-
Şalgam suyu	2	6,67	0	0

Pozitif ölçüm sonuçlarıyla karşılaşılan ürünlerden nar suyu, portakal suyu ve mandalinalı gazlı içeceğin t_1 ölçümlerinin tamamının, ülkemizde profesyonel sürücüler için yasal sınır olan 0,20 promilin altında olduğu görülmüştür.

Üzüm suyu ve şalgam suyunun tüketilmesinin ardından yapılan t_1 ölçümlerinde ise 0,20 promilin üzerinde değerler saptanmış olmakla birlikte bu ölçümlerin tamamının ülkemizde normal araç sürücüleri için yasal sınır olan 0,50 promil altında olduğu görülmüştür.



5. TARTIŞMA

Etil alkol bağımlılık yapma özelliği ile bilinen ve antik çağlardan itibaren çeşitli kültürlerde yaygın olarak kullanılan psikoaktif bir maddedir. Tüketilen doza ve sıklığa bağlı olarak insanlar üzerinde davranışsal ve duygusal değişikliklere sebebiyet vermektedir.¹¹⁸ Alkol alımının alışkanlık haline getirilmemesi gerektiği son yıllarda gerek DSÖ tarafından, gerekse alkol alımı ile ilgili yapılan geniş epidemiyolojik çalışmalarda vurgulanmaktadır.²⁶

Alkolün uzun süreli kullanımlarında sebep olduğu sağlık sorunları (kanserler ve karaciğer hastalıkları gibi) dışında, sebep olabileceği trafik kazaları ve yaralanmalar gibi neticelerden kaynaklı da sağlık açısından birçok risk faktörü bulunmaktadır. Alkol kaynaklı trafik kazalarının önüne geçilmesi açısından alınabilecek en temel önlem, alkol alan kişinin araç kullanmaması olarak belirtilmektedir.¹⁶⁵

Kişilerin kendilerine ve topluma verebilecekleri zararların önüne geçilebilmesi için alkol kullanımı ile ilgili ülkelerin çeşitli politikaları vardır. Ülkemiz uygulamalarında, trafik görevlileri tarafından sürücülere her zaman alkol kontrolü yapılabileceği Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde belirtilmektedir.¹³ Ülkeler alkollü araç kullanımının önüne geçebilmek ve sürüş güvenliğini sağlayabilmek için yasal alkol sınırını belirlerken konuyu tıbbi, hukuki, psikolojik ve sosyal yönleriyle ele almaktadır. Belirlenen yasal limitler kabul edilebilir risk sınırlarını oluşturmaktadır.¹⁵⁷

Trafik ve alkol sorunu birçok uzmanlık alanının ortak çalışma alanında bulunmaktadır. Alkol etkisi altında karışılan adli olaylar, trafik kazaları ve yaralanmalar, alkol kontrollerinde saptanan sonuçlara yapılan itirazlar, olay anında kişinin ne kadar alkollü olduğunun tespiti gibi sorular adli tıp uygulamalarının çalışma alanına dahildir.

Trafik denetlemelerinde, non-invaziv olması, taşınabilir olması ve uygulama kolaylığı nedeniyle nefes alkol ölçümü yapan alkolmetre cihazları yaygın olarak kullanılmaktadır. 2014 yılında Karayolları Trafik Yönetmeliği'ne, bu cihazlarla yapılan ölçümlere itiraz edilmesi durumunda tekrar ölçüm yapılmayacağı hususunda düzenleme eklenmiştir.¹⁶⁶ Bu düzenlemenin ardından yapılan nefes alkol testlerinin güvenilir sonuçlar vermesi çok daha önemli bir hale gelmiştir.

Trafikte yapılan alkol, uyuşturucu ve uyarıcı madde denetlemeleri; genç nesillerin kötü alışkanlıklardan korunması, bu maddeler etkisinde araç kullanmanın neden olabileceği kazaların ve adli olayların önüne geçilmesi açısından önem taşımaktadır. Tarama amaçlı kullanılan alkolmetre cihazlarının verdiği sonuçların, sağlığın birçok alanında kullanılan testler ve cihazlarda olduğu gibi hata payları bulunabileceği belirtilmektedir. Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde belirtildiği üzere alkolmetre aracılığıyla yapılan analizlere itiraz halinde ölçümlerin tekrarlanmadığı ve yapılan ölçümlerde yanlış pozitif sonuçların alınmasının kişilere çeşitli idari ve cezai yaptırımları olduğu düşünülünce en doğru ölçüm sonucu alınması için dikkat edilmesi gereken hususların önemi ortaya çıkmaktadır.¹⁵⁵ Alkol tüketmediği halde solunum havasından bakılan alkol ölçümünde pozitif sonuçlarla karşılaşılması durumu, sonuçları itibariyle kişileri zor duruma düşürecektir.

Araştırmamızda, alkol düzeyi ölçümü öncesinde alkol tüketmediği bilinen kişilerde, gereç ve yöntem kısmında çalışmaya dahil edilme sebepleri belirtilmiş ürünlerin test edilmesi ardından alkolmetre aracılığıyla yapılan analizlerde, ürünlerin %33,3'ünde ilk dakika ölçümlerinde pozitif sonuçlarla karşılaşmıştır. Bu sonuçlar literatür incelemesinde karşılaşılan alkolmetre ile yapılan ölçümlerde yanlış pozitif sonuçlar alınabileceğini belirten çalışmaları destekler niteliktedir.

Alkolmetre cihazları ile yapılan ölçümleri etkileyen alkol dışı faktörlerin etkilerinin geçici olduğu hususunda birçok çalışma bulunmaktadır. Ignacio-Garcia ve arkadaşları yaptıkları çalışmada; nefes alkol testlerinin, analizi etkileyen faktörlerin alımından hemen sonra veya ilk 15 dakika içinde yapılırsa yalancı pozitif sonuçlara neden olabileceği, ölçümlerde bu hususun dikkate alınması gerektiği, bu faktörlerden birinin varlığı durumunda en az 15 dakika bekledikten sonra ölçüm yapılması gerektiğini vurgulamaktadır.¹⁶⁷ Hancı ve arkadaşları ise adli açıdan ceza muhakemesine delil olabilecek alkolmetre ölçümlerinde karşılaşılan pozitif sonuçların, gerekli görüldüğü hallerde en az 10 dakika arayla ikinci kez ölçüm yapılarak veya farklı ölçüm metodlarına başvurarak teyit edilmesi gerektiğini belirtmektedir.¹² Bizim çalışmamızda da; test edilen ürünlerin ardından yapılan ölçümlerde en uzun 11. dakikada yanlış pozitif ölçüm sonuçlarıyla karşılaşmıştır.

Çalışmamızda yapılan nefes analizleri sonucunda; kişiler arasında farklılıklar görülmekle birlikte, tespit edilen alkol düzeylerinin önemli bir kısmının ülkemizde

trafikte müsaade edilen yasal sınırların üzerinde olduğu görülmüştür. Nefes alkol analizlerinde yanlış pozitif sonuca neden olabilecek bir ürünün kullanımının veya tüketiminin hemen ardından trafiğe çıkmak, trafikte seyir halindeyken kolonya veya el dezenfektanı gibi solüsyonları kullanmak, alkolsüz içecek sınıfında olan içeceklerden tüketmek ve bu süreçlerde trafik denetlemesine denk gelmek hayatın olağan akışına uygundur. Bu durumlarda yapılan ölçümlerde yasal sınırın üzerinde sonuçlar saptanması, trafik denetlemelerinde alkol tüketimi dışı sebeplerle idari ve cezai yaptırımlara neden olabilecek anlamlı pozitif ölçümler görülebileceğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda test edilen ürünler arasında ilk dakika itibariyle solunum havasında en yüksek alkol düzeyi saptanan ürünler, ağız bakım ürünlerinden gargaralar olmuştur. Gargaralar çeşitli ağız içi ve orofaringeal hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde sıkça kullanılmaktadır ve antiseptik özelliğinden dolayı alkol pek çok tescilli ağız gargarasının bileşenleri arasında bulunmaktadır.^{114,168} Etanol içeriklerinden dolayı gargara kullanıldıktan hemen sonra yapılan nefes alkol testlerinde pozitif sonuç çıkabileceğini belirten çalışmalar bulunmaktadır.^{114,169} Bizim çalışmamızda gargaraların kullanımları sonrası yapılan nefes alkol testlerinde 11. dakikaya kadar alkol saptanmış olup, özellikle ilk 5 dakika içinde yüksek pozitif ölçüm değerleri tespit edilmiştir. Bu durum alkolün ağız içi bulaşığının devam etmesinin sonuçlara etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Kullanım sonrası görülen yüksek değerlerin kısa bir sürede yüksek oranda elimine olduğunu görülmesi de dikkate değerdir.

Literatürde bu alanda yapılan çalışmalarda; kolluk kuvvetlerince yapılan alkol tarama testlerinde yalancı veya yüksek pozitif ölçüm değerlerine en sık ağızda alkol varlığının neden olduğu vurgulanmıştır.^{17,170} Modell ve arkadaşları yaptığı bir çalışmada, nefes alkol düzeylerinde yanlış pozitif ölçümlere en sık ağız bakım ürünlerinin neden olduğunu belirtmiştir.¹⁷¹

Foglio Bonda ve arkadaşları 2015'te İtalya'da yaptıkları bir çalışmada, etil alkol içerdiği bilinen gargaraların kullanımının nefes alkol düzeylerine etkisini test etmişlerdir. Kullanım sonrası yapılan ölçümlerde, ülkelerinde yasal sınır olan 0,5 promil üzerinde sonuçlarla karşılaşmışlardır. Gargara kullanımından 10 dakika sonra yapılan ölçümlerin, ilk ölçümlerden anlamlı derecede farklı olduğunu ve alkolün nefesten 10 dakika içinde elimine olduğunu gözlemlediklerini belirtmişlerdir.¹⁷² 2019 yılında

Karabulut ve arkadaşları; gargara, ağız spreyi ve tıraş kolonyası kullanımının nefes alkol düzeyine etkisini değerlendiren bir çalışma yapmış, bu ürünlerin kullanımından sonra alkolmetre aracılığıyla yapılan ölçümlerde 0,5 promil üzerinde değerler saptadıklarını bildirmişlerdir.¹⁶ Çalışmamızda gargara kullanımı sonrası yapılan ölçüm sonuçları daha önce yapılmış çalışmalara benzer şekilde sonuçlanmıştır. Alkol içeren gargaraların kullanımının ardından yaptığımız ilk dakika ölçümlerinin tamamı 0,5 promilin üzerinde seyretmiştir.

Daha önce yapılan çalışmalardan farklı olarak; aynı gargaraların farklı bir zamanda tekrar kullanılması ve ardından ağzın suyla çalkalanması istenmiş, akabinde yeniden ölçümler yapılmıştır. Gargara yapılmasının ardından ağzın suyla çalkalanması sonrası bakılan solunum alkol düzeyleri sadece gargara yapılması ardından yapılan ölçümlere göre daha düşük değerlerde seyretmiştir. Ancak yine de ilk dakika ölçümlerinin tamamı 0,5 promil üzerinde seyretmiştir. Her iki kullanım tarzında da solunum havasında saptanan alkol düzeyinin tüm deneklerde sıfırlanma süresi 13. dakikayı bulmuştur.

Hautemaniere ve arkadaşları nefes alkol testi öncesinde alkol bazlı el dezenfektanı kullanımının analiz sonuçlarını etkilediğini belirtmektedir.¹¹⁵ Chaloupka ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, alkol bazlı el dezenfektanlarının alkolmetre ölçümlerinde pozitif sonuçlara neden olabileceğinden, bu durumun acil servislerde alkolü olduğu düşünülen hasta için gereksiz bekleme sürelerine veya polisler tarafından yapılan kontroller nedeniyle gereksiz cezalandırılmalara neden olabileceğinden bahsedilmektedir.¹⁷³ 2021 yılında yaptığımız bir çalışmada 2020 yılı itibariyle gazete haberlerine yansıyan alkolmetre ölçümlerine yapılan itirazlar üzerinden, kolonya ve el dezenfektanlarının alkolmetre ölçümlerine etkisi araştırılmıştır. İncelenen haberlerde alkolmetre ölçümlerinde yanlış pozitif sonuca neden olmakla suçlanan ürünlerin çoğunlukta kolonya ve el dezenfektanları olduğu, nefes alkol analizlerinde alkol saptanan kişilerin kanında alkol saptanmaması üzerine mahkemeler aracılığıyla itiraz yoluna başvurdıkları görülmüştür.¹⁷⁴ Covid-19 hastalığının Türkiye’de görülmeye başladığı tarihte (11 Mart 2020), bir önceki haftaya göre internet satışlarının kolonyada 34 kat, el dezenfektanında 10 kat arttığı belirtilmektedir.¹⁷⁵ Pandemi döneminde el hijyenini sağlamak amacıyla bu ürünlerin kullanım sıklığının artmasının, nefes alkol

analizlerinde sebebiyet verdikleri yanlış pozitif sonuçlar ile daha sık karşılaşılmasına neden olduğu düşünülmüştür.¹⁷⁴

Syed ve arkadaşları 75 kişiden oluşan 3 gruba ayırdıkları katılımcılarla yaptıkları çalışmada; ilk iki gruba 1,5 ml el dezenfektanı kullanarak, 1. gruba ellerin kurumasını bekledikten sonra, 2. gruba ellerin kurumasını beklemeden, 3. gruba ise 3 ml el dezenfektanı kullanarak ellerin kurumasını beklemeden nefes alkol düzeyi ölçümü yapmışlardır. Her grupta pozitif alkol düzeyleriyle karşılaşıldığını, ancak ellerin kuruması beklenmeden ölçüm yapılması ve miktar olarak daha fazla dezenfektan kullanılması durumunda saptanan alkol düzeylerinin daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.¹⁷⁶

Lindsay ve arkadaşları 2016 yılında el dezenfektanının nefes alkol testlerine etkisini inceledikleri çalışmada, dezenfektan kullanımının ardından ilk iki dakika içinde solunum havasından yapılan ölçümlerde pozitif sonuçlarla karşılaştıklarını, kandan yapılan ölçümlerde ise alkole rastlamadıklarını belirtmişlerdir. Alkolmetre ile yapılan ölçümlerde alkolün solunmasından kaynaklı olarak pozitif sonuçlar alınabileceğini, iş yerlerinde alkol tarama testi yapılacaksa el dezenfektanı kullanımı durumunda 15 dakika beklenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.¹⁷⁷

Emerson ve arkadaşları, alkol bazlı el dezenfektanlarının nefes alkol testlerine etkisini 10 yetişkin üzerinde yaptıkları deneysel araştırmayla inceledikleri çalışmada; el dezenfektanı kullanımı sonrası yapılan 1. dakika ölçümlerinde tüm deneklerde pozitif sonuçlarla karşılaştıklarını, dezenfektan kullanımından sonra ellerin kurutulmasının veya eldiven giyilmesinin, alkolmetre ölçüm sonuçlarını etkileme seviyesini azalttığını ancak sorunu tamamen ortadan kaldıramadığını belirtmişlerdir.¹⁷⁸ Bizim çalışmamızda alkol oranı farklı iki adet el dezenfektanı kullanımı sonrasında da yapılan ölçümlerde ilk 3 dakikada pozitif sonuçlar görülmüştür. Alkol oranı daha yüksek olan el dezenfektanı sonrası saptanan ölçüm değerlerinin, alkol oranı daha düşük olan dezenfektana göre yüksek seyretmesi kullanılan üründe bulunan etanol miktarıyla nefes alkol düzeyini etkilemesi arasında doğrudan bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Kolonya ve el dezenfektanlarının kullanımının ardından en uzun 7. dakikada pozitif ölçüm sonucuyla karşılaşılması, bu ürünlerin kullanılmasının ardından nefes alkol analizi yapılacağı durumlarda 10 dakika beklenmesinin sağlıklı ölçüm sonuçları almak için yeterli olacağını düşündürmüştür.

Literatür incelemesinde; yüze kolonya sürülmesinin ardından karşılaşılan pozitif ölçümlerin 3-4 dakika içinde kaybolduğu, % 70'lik alkolle ağız çalkalandığında pozitif ölçümlerin yaklaşık 15 dakika kadar devam ettiği, deodorant ve spreylelerin ise ölçümleri düşük oranlarda ve 1 dakika gibi kısa sürelerde etkilediğinin görüldüğü belirtilmektedir.¹² Bizim çalışmamızda, yüze kolonya sürülmesinin ardından karşılaşılan pozitif ölçümlerin 5-7. dakikada kaybolduğu, alkollü gargaralar ile ağız çalkalandığında ise pozitif ölçümlerin 11. dakikaya kadar devam ettiği görülmüştür.

Uysal 2009'da yaptığı çalışmada; bazı ürünlerin nefes alkol konsantrasyonlarına etkilerini incelemiş, kolonya ve Dişinol adlı diş ağrıları hafifletme amaçlı kullanılan bir çözeltinin uygulanmasının ardından alkolmetre aracılığıyla yapılan ölçümlerde pozitif sonuçlara rastlamıştır. t_1 ölçümlerinde; ellerin yüze de sürüldüğü kolonya kullanımı sonrası 0,5 promil üzerinde, Dişinol kullanımı sonrası 0,2 promil üzerinde değerler görüldüğü bildirilmiştir. İki ürün kullanımı sonrasında da t_3 itibarıyla nefes alkol düzeylerinin tüm kişilerde 0,2 promil yasal sınır altına indiği belirtilmiştir. Ancak Dişinol kullanımı sonrası görülen pozitif ölçümlerin kolonya kullanımı sonrası görülen pozitif ölçümlere göre daha uzun süre devam ettiği vurgulanmıştır.¹⁷⁹ Bizim çalışmamızda ağız içi alkol temaslı ürün olarak test edilen gargaraların kullanımının ardından görülen pozitif değerlerin tüm kişilerde 0,5 promil altına inmesi 7. dakikada, 0,2 promil altına inmesi ise 11. dakikada olmuştur. Ellere dökülen kolonyanın ovuşturulması, ellerin koklanması ve hafifçe yüze dokundurulması ardından yapılan ölçümlerde görülen pozitif değerler ise bir denek hariç 5. dakikada 0,2 promil altına inmiştir. Uysal'ın çalışması ve bizim çalışmamızda benzer şekilde, ağız içi teması olan ürünlerin kullanımının ardından görülen pozitifliklerin, kolonya kullanımı gibi alkolün solunması nedeniyle görülen pozitifliklere göre daha uzun süre devam ettiği görülmüştür.

2021 yılında Demirci ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada; 30 sağlıklı gönüllü üzerinde 3 farklı oral antiseptik spreynin nefes alkol düzeyi üzerine etkisi incelenmiştir. t_1 ölçümlerinde; tüm spreyleler arasında saptanan en düşük değer 0,82 promil, en yüksek değer ise 4,25 promil olarak ölçülmüştür. Pozitif ölçümlerin 5. dakikadan sonra yasal sınır olan 0,5 promil altına indiği belirtilmiştir.⁹² Bu çalışmada oral antiseptik kullanımı ardından görülen değerler ile bizim çalışmamızda gargara kullanımı sonrası tespit edilen yüksek pozitif değerler benzerlik göstermektedir. Alkol

tüketimine bağlı görülebilecek 3 promil üstü değerlerin bilinçte ve solunumda bozulma, koma hali, ölüm ihtimali gibi ağır klinik sonuçlar ortaya çıkaracağı bilinmektedir. Ancak ağız içi alkol bulaşı olduğu durumlarda ağızda kalan rezidü alkolün etkisiyle yalancı pozitif sonuçlar dediğimiz bu değerlerin kısa süreli görüldüğü ve dakikalar içerisinde çok hızlı düşüşler gösterdiği göze çarpmaktadır. Saptanan yüksek pozitif değerlerin 0,5 promil altına düşmesi Demirci ve arkadaşlarının çalışmasında 5. dakika, bizim çalışmamızda ise 3. dakika itibariyle görülmeye başlamıştır.

Etanol içermesi muhtemel şalgam, şıra, kefir gibi yiyecekler, enerji içecekleri, nefes tazeleyici tabletler ve gastroözofageal reflü hastalığının da nefes alkol testini etkileyebileceği belirtilmektedir. Etanol, fermantasyonun son ürünüdür ve bu sebeple alkolsüz fermente içeceklerde biyokoruma sağlayabilmek için az miktarda bulunmaktadır. Fermente içecekler, trafik kontrollerinde ve alkoliklerin rehabilitasyon sürecinde yanlış etanol pozitifliği ile bağlantılı olabileceğinden, karışıklığa neden olabilmektedir.^{116,117} Yapılan çalışmalarla, meyve ve sebzelerin olgunlaştıkça fermente oldukları, bunun sonucunda belirli miktarlarda etanolün yan ürün olarak açığa çıktığı görülmüştür.¹⁸⁰

Çalışmamızda; şalgam, portakal suyu, üzüm suyu ve nar suyunun içilmesinin ardından 1. ve 3. dakika yapılan ölçümlerde rastlanan pozitif sonuçlarda profesyonel araç sürücüleri için yasal sınır olan 0,2 promil üzerinde değerlere rastlanmış olup bu içeceklerin tüketilmesinin ardından görülen nefes alkol ölçümü pozitifliklerinin sıfırlanma sürelerinin kısalığı dikkat çekmektedir. Literatürde fermente gıdaların nefes alkol testini etkileyebileceğini belirten çalışmalar bulunmakta olup bu çalışmayla, belirtilen gıdaların nefes alkol düzeyini ne seviyede ve ne kadar süreyle etkilediği ortaya konulmuştur.

Türk Gıda Kodeksi Alkolsüz İçecekler Tebliği'ne (2007/26) göre alkolsüz içecekler için izin verilen en yüksek etanol miktarı 3,0 g/l'dir. Kodekse göre, hacimce % 0,3' den daha az etanol içeren içecekler, alkolsüz içecekler olarak tanımlanır.¹⁸¹ 2017 yılında yapılan bir çalışmada, Türkiye'de satılan alkolsüz içeceklerin içerdiği etanol düzeyleri araştırılmıştır. Bu çalışmada kola, portakallı soda, organik meyve suları, enerji içeceği, ayran ve kefirdeki etanol miktarları analiz edilmiştir. Analiz sonucunda; binde etanol konsantrasyonları sırayla kolanın 0,14, portakallı sodanın 0,53, enerji içeceğinin

0,47, meyve suyunun 1,46 ve süt ürünlerinin 0,25 olarak saptanmıştır. Bu değerlerin kodekste izin verilen etanol düzeyinin altında olduğu belirtilmiştir.¹⁸²

Çalışmamızda, alkolsüz içecek sınıfından kola, portakallı gazlı içecek ve gazozların tüketimi sonrası yapılan ölçümlerde pozitif değerlere rastlanmaması etanol bulundursalar bile bu miktarların nefes alkol testini etkilemeyecek seviyede olduğunu dşndrmştır. Alkolsüz içecek sınıfında yer alan ürünlerden mandalinalı gazlı ieğin tüketilmesinin ardından tüm deneklerin solunum havasında alkol saptanmış olsa da, tüm değerlerin 0,2 promil altında kaldığı ve sadece t₁'de yapılan ölçümlerde pozitif sonuçla karşılaşıldığı grlmştır.

Enerji içeceklerinin nefes alkol testi üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, 27 farklı enerji ieği 27 farklı birey tarafından tüketilmiştir. Bireyler enerji ieğini içtikten hemen sonra ve 15 dakika sonrasında nefes alkol seviyelerine bakılmıştır. İçtikten hemen sonra yapılan nefes testinde, 27 örnekten 11'inde 0,29-0,71 g/l aralığında pozitif sonuçla karşılaşılmış, 15 dakika sonra yapılan testlerde ise hiç bir bireyin solunum havasında alkol saptanmamıştır.¹²⁵ Enerji içecekleri ile yapılan başka bir çalışmada; enerji içecekleri tüketildikten hemen sonra yapılan nefes alkol ölçümlerinin ağızda biriken alkolün etkisiyle pozitif sonuç verebildiği, bu pozitif sonucun geçici olduğu ve 15 dakikalık gözlem süresinden sonra kaybolduğu belirtilmiştir.¹¹⁷ Bizim alışmamızda enerji ieğinin tüketimi ardından yapılan kontrollerde hiçbir deneğin solunum havasında alkol tespit edilmemiştir. Ancak daha önce yapılmış çalışmalarda, çeşitli enerji içeceklerinin denenmesi üzerine karşılaşılan pozitif sonuçlar, enerji içeceklerinin nefes alkol düzeyine üzerine etkisinin olabileceğini göstermektedir. Enerji ieği, bizim araştırmamızda ürün sayısının fazlalığından dolayı çeşitliliğe gidilemeyen ürünlerden biri olup, bu durum değerlendirme yapabilmemiz açısından kısıtlılık oluşturmuştur.

Yapılan çalışmalarda bir kilogram yoğurtta alkol miktarının 5-365 mg arasında değiştiği, en tatlı kefirde alkol miktarının en az % 0,6 g/l, en sertinde ise % 1,1 g/l olduğu belirtilmektedir.³⁴ çalışmamızda ayran ve kefir tüketimi ardından yapılan ölçümlerde pozitif sonuç saptanmamıştır, ancak bu analiz bu ürünlerin nefes alkol testini etkilemediğini söylemek için yeterli olmayacaktır. Zira bu ürünlerin içerdikleri alkol fermentasyona bağlı olduğundan ayran ve kefir türevi süt ürünlerinin bekleme süresine bağlı olarak içerdiği alkol oranı değişebilecek, yoğun fermentasyon olan

dolayısıyla içerdği alkol oranı artan ürünlerin tüketimi nefes alkol ölçümlerini etkileyebilecektir.

Araştırmamızda nefes tazeleme amaçlı sık kullanılan ve nefes alkol düzeyini etkileyip etkilemeyeceği tartışmaları süregelen mentollü sakız ve şeker tüketimi sonrasında yapılan ölçümlerde alkol saptanmamış olmakla birlikte çalışmamızda bu ürünlerden birer çeşit denendiğinden elde edilen ölçümler bu hususta genel görüş bildirmek için yeterli olmayacaktır. Moore ve Guillen 2004'te yaptıkları bir çalışmada dilin üzerine yerleştirilen nefes tazeleyici şeritlerin alkolmetre ölçümlerine etkisi olup olmadığını ortaya koymak için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada 12 çeşit nefes tazeleyici şerit denenmiş olup şeritlerin dilin üzerine yerleştirilmesinin ardından alkolmetre ile 30 saniye sonra yapılan ölçümlerde düşük seviyelerde (0,010 g/l) pozitif sonuçlara rastlandığı, 150. saniyede yapılan ölçümlerde ise solunum havasında alkol saptanmadığı belirtilmiştir.¹⁸³

Nefes alkol testini etkileyen özel durumların bazılarının ise astım tedavisinde kullanılan inhaler ilaçlar, etanol içeren farmasötik preparatlar, ağız spreyleri, bazı kanser ilaçları ve homeopatik preparatlar olduğu bildirilmiştir.¹¹¹⁻¹¹⁴

Bakteriyostatik, bakterisidal, fungisidal aktiviteye sahip antimikrobiyal bir ajan olan etanol, farmasötik formülasyonlarda yaygın olarak kullanılan yardımcı bir madde olup sıvı formülasyonlarda sudan sonra en yaygın kullanılan ikinci çözücüdür.¹⁸⁴ Bazı ilaçların içerdikleri etanol oranının 0,5 mg/dl'yi aştığı gözlenmiştir. Bir kadeh şarap içilmesi sonrası görülen etanol maruziyeti ve kan alkol düzeyi üzerindeki etkinin fenobarbitale göre daha az olduğu belirtilmektedir.¹⁸⁴

Astım tedavisinde kullanılan cihazlarda itici gaz olarak hidrofloroalkan içeren ölçülü bir doz inhaler, kloroflorokarbon içerenlerden farklı olarak etanol içermektedir. Etanol içeren ölçülü doz inhaler kullanımının nefes alkol konsantrasyonunu geçici olarak arttırabileceği ve buna bağlı olarak oluşan yüksek kan alkol seviyesinin nefes alkol testinde yanlış pozitif sonuçlara yol açabileceği düşünülmektedir.¹⁸⁵ Barry ve arkadaşları yaptığı bir çalışma sonucunda, Airomir inhaler kullanımının nefes alkol seviyelerini geçici olarak arttırdığını gözlemlemiştir.¹⁸⁶ Yapılan bir diğer çalışmada, farklı miktarlarda etanol içeren üç ayrı ölçülü doz inhalerin kullanımının ardından 1. ve 10. dakika arasında nefes alkol testleri yapılmıştır. Bu inhalerler, Tornalate (%38 etanol), Bronkometer (%30 etanol) ve Alupent (%0 etanol)'dir. Tornalate ve

Bronkometer kullanımı sonrası yapılan ölçümlerde pozitif değerlere rastlanmıştır, Alupent kullanımı sonrası solunum havasında alkol saptanmamıştır. Pozitif sonuçların alındığı inhalerlerin de nefes alkol testi üzerindeki etkilerinin geçici olduğu belirtilmiştir.¹¹¹

Vasudevan ve arkadaşları 2015 yılında yaşları 15 ile 19 arasında olan 14 ergen bireyle fluticasone propionate burun spreyinin nefes alkol ölçümü üzerine etkisi olup olmadığını görme amaçlı deneysel bir çalışma yapmış, burun spreyinin kullanılmasının ardından ilk 30 dakikada yapılan ölçümlerin hiçbirinde pozitif sonuçla karşılaşmadıklarını, fluticasone sprey kullanımının alkolmetre ölçümlerine etkisini görmediklerini belirtmişlerdir.¹⁸⁷

Kemoterapötik ilaçların nefes alkol testi üzerine olan etkileri ile ilgili de bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Paklitaksel, dosetaksel ve eribulin meme kanseri tedavisinde sıklıkla kullanılan ve içeriklerinde alkol bulunan kemoterapötik ajanlardır. Japonya’da yapılan bir çalışmada, meme kanseri teşhisi bulunan 31 hastaya alkol içeren üç kemoterapötik ajan infüzyon yoluyla verildikten sonra nefes alkol testi yapılmıştır. İnfüzyon bittikten hemen sonra bakıldığında 18 hastada nefes alkol düzeyi 0,15 promilden fazla çıkmıştır. 30. ve 60. dakikada yapılan testlerin hiçbirinde değer 0,15 promil üzerinde bulunmamıştır.¹⁸⁸ Japonya’da yapılan 30 kanser hastasının dahil olduğu bir diğer klinik çalışmada, paklitaksel enjeksiyonundan hemen sonra nefes alkol testi yapılmıştır. 28 hastanın nefes alkol düzeyi 0,5 promilden fazla çıkmış, 2 hastanın ise nefesinde alkol saptanmamıştır. Ölçümlerde görülen pozitif değerlerin tamamının Japonya’da trafik için yasal sınır olan 0,15 promil altında olduğu görülmüştür.¹⁸⁹

Homeopatik tentürlerin de içerdikleri etanolden dolayı nefes alkol testini etkileyebileceği belirtilmektedir. Yapılan çalışmalarda %60 veya daha yüksek etanol içeren homeopatik tentürlerin alımından hemen sonra yapılan nefes alkol analizlerinde pozitif sonuçlar görülebildiği ancak bu etkinin 15 dakika sonra ortadan kalktığı gözlemlenmiştir. Pozitif ölçümlerin nedeninin, ağızda kalan alkolden kaynaklandığı belirtilmektedir.¹¹²

Çalışmamız sağlıklı gönüllüler ile yapıldığından, araştırmamıza ilaçlar dahil edilmemiştir. Ancak daha önce yapılan ve yukarıda belirtilen çalışmalar gösteriyor ki, ilaçların da nefes alkol düzeylerine etkisi diğer ürünlerde olduğu gibi geçici bir etkidir ve uzun sürmemektedir.

Kechagias ve arkadaşları tarafından 1999 yılında yapılan bir çalışmada, şiddetli gastroözofageal reflü hastalığından muzdarip ve antireflü cerrahisi planlanan 5 erkek ve 5 kadın bireyde BrAC ve BAC arasındaki ilişki araştırılmıştır. Deney aşamasında karın sıkıştırma kemeri uygulanarak gastroözofageal reflüyü tetikleme girişiminde bulunulmuş ve 4 deneğin gastrik reflü yaşadığı, reflü gelişen bireylerde 5 dakikalık aralıklarla ölçüm yapıldığı belirtilmiştir. Sonuçlar analiz edildiğinde ve BAC ile BrAC karşılaştırıldığında, reflüye bağlı önemli bir farklılık saptanmadığı belirtilmiştir.¹⁹⁰ Baduroğlu ve Durak'ın 2010'da yaptığı bir çalışmada ise nefes alkol testlerini etkileyebilen biyolojik durumlar arasında gastroözofageal reflü ve diyabet gibi hastalıkların da bulunduğu söylenmektedir.¹⁷

Nefes alkol testini etkileyen oldukça nadir görülen diğer bir problemin ketonemiye sebep olabilen düşük kalorili diyetler olduğu, kanda aseton, asetoasetat ve β -hidroksibutirat düzeylerinde artış görüldüğü, belirli koşullar altında asetonun hepatik alkol dehidrojenaz enzimiyle izopropanole indirgendiği ve indirgenme ürünü olan izopropanolun nefes alkol testinde yanlış pozitif sonuçlara yol açabileceği belirtilmiştir.¹³⁰

Caravati ve arkadaşları tarafından 2016'da yapılan bir çalışmada ise metanol zehirlenmesi olan bir olguda alkolmetre ile yapılan ölçümde hatalı bir şekilde etil alkolün pozitif ölçüldüğü bildirilmiştir.¹⁹¹

Hirt ve arkadaşlarının 2011'de yaptıkları çalışmada; araçlarda kullanılan etanol bazlı ön cam yıkama sıvısının da alkolmetre ölçüm sonuçları üzerine etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Testler kapalı bir otomobilin ön koltuğunda oturan kişilere uygulanmış yapılan 34 ölçümün tamamında pozitif sonuçlarla karşılaşmış ve aralıklı yapılan ölçümlerde pozitif sonuçların 13. dakikaya kadar devam ettiği tespit edilmiştir. Kişilerin araçtan inip temiz hava almasının ardından yapılan nefes ölçümlerinde ise alkol saptanmamıştır.¹⁹²

Alkolmetreler aracılığıyla yapılan ölçümlerinin çeşitli faktörlerden etkilendiğini belirten birçok çalışma vardır. Bu çalışmaların birçoğunda ortak vurgulanan husus ise, ölçümün analizi etkileyebilecek ürünlerin alımından hemen sonra veya ilk 15 dakika içinde yapılması durumunda yanlış pozitif sonuçlar alınabileceğidir.¹⁶⁷ Hossain ve arkadaşları 2017'de yaptıkları çalışmada; nefes alkol testini etkileyen ürünlerin tüketimlerinden hemen sonra yapılan ölçümlerin ağızda biriken alkolün etkisiyle pozitif

sonuç verebileceğini ancak bu pozitif sonuçların geçici olduğunu ve yaklaşık 15 dakikalık gözlem süresinden sonra kaybolduğunu belirtmektedir.¹¹⁷

Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde (Md. 97/f) alkolmetrelerin gösterdiği değere yapılan itirazların ilgili mahkemelere yapılması gerektiği, ölçüm yapılan teknik cihazla ikinci bir ölçüm yapılmayacağı belirtilmiştir.¹³ Bu kararlar tek seferlik yapılan alkolmetre ölçüm sonuçlarına bağlı kalınması, karşılaşılabilecek hatalı ölçümleri ve bu durumun sonuçlarını da beraberinde getirmektedir.

Alkolmetre ölçümlerinin güvenilirliği ile ilgili bir başka durum, farklı alkolmetre cihazları kullanımında farklı sonuçlar alınabildiğini belirten çalışmaların bulunmasıdır. Kullanılan cihazların niteliklerinin farklı olması ve farklı partiyon katsayısına sahip cihazların kullanılıyor olması farklı ölçüm sonuçlarıyla karşılaşılmasına sebep olmaktadır.¹⁹³ Ölçümler arasındaki bu farkın giderilebilmesi için; ülkemizde nefes alkol ölçümü yapmak için kullanılacak cihazların standardize edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Birçok ülkede, sürücünün alkol etkisi altında olup olmadığının tespiti yapılırken, nefes ve/veya kan alkol düzeyi tespiti yapılmasının yanı sıra bireyin muayenesinin de yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bu muayenelerin amacı ölçüm sonucu saptanan verinin desteklenmesi veya kişi alkollü ise bu durumun sürüş güvenliğini ortadan kaldırıp kaldırmadığının saptanması olabilmektedir. İlk bahsedilen amaç için muayenenin alkol ölçümünü gerçekleştiren birimin görevlisi tarafından yapılabileceği, çünkü bu durumda bahsedilen muayenenin sürücünün gözlenmesi ve basit komutları yerine getirip getiremediğinin değerlendirmesinden ibaret olduğu belirtilmektedir.¹² Amerika Birleşik Devletleri'nde sürücünün alkollü olduğundan şüphelenilmesi halinde nefes alkol testinin yapılmasının ardından “yol testi” adı verilen bir takım testler bu konuda eğitim almış trafik polisleri tarafından uygulanmaktadır. Başlangıç testleri olarak da tanımlanan bu testler, tek ayak üzerinde durma, çizgide yürütme gibi basit komutları kapsamaktadır. Sürücünün bu komutları başarabilme derecesi değerlendirilerek kayıt altına alınmaktadır. Ancak başlangıç testleri kapsamında nistagmus saptanması gibi tamamen tıbbi değerlendirme olan bazı serebellar testlerin uygulanması da bulunmaktadır. Ancak bu muayenenin bir kolluk görevlisi tarafından yapılması etik olarak doğru olmadığı gibi ciddi değerlendirme hatalarına da neden olacaktır.¹²

Ülkemiz anayasasında, bireyin vücut bütünlüğü ve dokunulmazlığı korunmuş olup kişilerin muayenelerinin hekim tarafından yapılması gerektiği belirtilmiştir. Böylece etik bir ihlalin yaşanması önlenmektedir. Ayrıca sürücünün muayenesinin hekim tarafından yapılması daha detaylı değerlendirme olanağı sağlayacaktır. Alkollü olduğu düşünülen sürücünün muayene edilebilmesi için ulaştırılması gereken en yakın sağlık kuruluşuna kadar geçen süre delil kaybına neden olabilecek gibi düşünülse de sürüş güvenliğini tehdit edecek ölçüde sarhoş olan bir bireyin trafikte seyretmesinin ağır cezai yaptırımları olduğundan, mümkün olan en kısa sürede hekime ulaşılması büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde kolluk kuvvetinin muayene amaçlı testler uygulaması doğru görülmesi de, hekime ulaşana kadar geçen sürede sürücüyü gözlemlemesi ve değerlendirmelerini kayıt altına alması yararlı olacaktır.¹²

Jones ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada; venöz kan ve nefes alkol düzeylerinin korelasyon-zaman profilleri karşılaştırılmıştır. Nefes alkol düzeylerinin kan alkol düzeylerine göre daha düşük tespit edildiği bildirilmiştir. Nefes alkol düzeyinin yasal sınıra yakın olarak tespit edilmesi durumunda kişinin kan alkol düzeyine de bakılması gerektiği vurgulanmıştır.¹⁹³ Mutlu ve arkadaşlarının 2021 yılında yaptığı bir çalışmada; alkolün trafik güvenliğini tehlikeye sokma suçuna dair Adli Tıp Kurumu'ndan görüş istenen vakalarda yapılan ölçümlerin en fazla %47,1 vaka ile alkolmetreyle, ardından %28,5 vaka ile kandan yapılmış olduğu, vakaların %24,4'ünde ise 2 ölçüm yapıldığı belirtilmiş olup, 185 (%14,9) vakada 1. ölçümle 2. ölçüm arasında uyumsuzluk tespit edildiği belirtilmiştir. Ölçümler arasındaki uyumsuzluğun önemli bir sorun olduğu, bu durumun en önemli nedeninin ülkemizde alkol ölçümlerinin teknik şartnamesi standart hale getirilmemiş cihazlarla yapılması olduğunun düşünüldüğü belirtilmiştir. Trafikte alkol denetiminin başarısının önünde yer alan bir diğer hususun ise, ölçüm sonuçlarına itiraz edilmesi halinde teyit edici testlerin hiç ya da zamanında yapılmamış olmasının, Karayolları Trafik Güvenliği Eylem Planında yer alan “mobil alkol tespit ve analiz araçları”nın bu konuda çözüm olacağının düşünüldüğü belirtilmektedir.¹⁶³

Karayolları Trafik Yönetmeliği'nde belirtilen alkolmetre cihazlarıyla tek sefer ölçüm yapılabileceği kararının sonuçları iki farklı yönden değerlendirilebilir. İlk olarak alkol tüketmediğini ifade eden kişinin nefes alkol ölçümünün pozitif çıkması durumunda, kişiye trafikte yasal sınırın üzerinde alkollü olması durumunda cezai

yaptırımlar uygulanacak, kişinin sağlık kuruluşuna başvurarak kan alkol düzeyi ölçümüyle alkollü olmadığını ispatlaması halinde dahi mahkeme yoluyla itiraz yoluna gitmesi gerekecektir. Bu durum hem sürücünün mağduriyet yaşamasına neden olacak hem de sağlık kuruluşu ve adli kuruluşlara iş yükü olarak dönüş yapacaktır. Değerlendirilmesi gereken bir diğer yön ise; kişinin alkollü olduğu ancak yapılan alkolmetre ölçümüne itiraz ettiği durumda, kan alkol düzeyi bakılması amacıyla bir sağlık kuruluşuna başvurması için gereken sürede alkolün eliminasyonu başlayabilir ve hatta tamamlanabilir. Kişinin kanında alkol saptanmaması durumunda, aradan geçen süreye bağlı olarak alkolün elimine olmasına bağlı bu sonuçla karşılaşılabilceğı bilinmektedir. Ancak, kişinin alkol almadığını iddia etmesi ve ölçüm sonucuna itirazında ısrarcı olması durumu yaşanabilir, bu noktada yine alkolmetre cihazıyla yapılan tek seferlik ölçümün güvenilirliği tartışması doğacaktır. Burada amaç tek kez ölçüm yapılmasına bağlı sorunlar yaşanabileceğini vurgulamak olsa da ölçüm zamanının sağlıklı kaydedilmesinin önemine de değinmek gerekmektedir.

Çalışmamızda nefes alkol düzeyini etkileyebileceğı düşünülen ürünlerin tüketilmesinin ardından alkolmetre cihazı aracılığıyla nefes alkol düzeyi ölçümü yapılmış, alana katkı sağlayacak önemli veriler ortaya konulmuştur. Rutin uygulamalarda alkolmetre ölçümlerine yapılan itirazların ardından kan alkol düzeyi bakılması önerildiğinden, çalışmamızda da nefes alkol düzeyi ölçümleri ardından kan alkol düzeyi bakılmış olsaydı karşılaştırma anlamında da önemli veriler ortaya konmuş olacaktı. Çalışmamızda denenen ürün sayısının fazlalığı ve örneklem büyüklüğü nedeniyle, elde edilen her pozitif ölçümün ardından kişilerden kan alınmasının zorluğu ve elde edilen verilerin çokluğu, yeni bir analiz yöntemine imkan tanımamış ve bu durum çalışmanın kısıtlılığını oluşturmuştur.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Trafik kazalarının azaltılması adına alınabilecek önlemlerin başında alkollü araç kullanılmasının önüne geçilmesinin geldiği aşıkardır. Bu amaçla alınan önlem ve geliştirilen politikaların bir parçası olarak alkollü sürücülerin tespiti amaçlı yapılan trafik denetimlerinin yaygınlaştırılması, toplumun bu konudaki bilinç ve farkındalık seviyelerinin artırılması alkol etkisi altında araç kullanmanın sebebiyet verdiği olumsuzlukların önüne geçilmesinde faydalı olacaktır. Ancak yapılan trafik denetimlerinde yasal sınır üzerinde ölçülen pozitif sonuçların yaptırımları nedeniyle mağduriyet yaratmaması adına, alkolmetreler aracılığıyla yapılan nefes alkol düzeyi ölçümlerinin güvenilir ve hassas olması gerekmektedir.

Alkolmetre cihazları ile güvenilir sonuçlar almak için dikkat edilmesi gereken hususlar olduğu bilinmektedir. Bu hususların bir kısmı cihazların teknik özellikleri ile ilgiliyken, bir kısmı ise ölçüm yapılacak kişilerin sağlık durumu, kullandığı ilaçlar, ölçüm yapılmadan önce tüketmiş olduğu gıda maddeleri veya kullandığı ürünler gibi faktörler ile ilişkilidir. Bu çerçevede çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ve literatürde bulunan diğer çalışmaların da katkısıyla dikkatimizi çeken bazı hususlar hakkındaki görüş ve önerilerimiz aşağıda sıralanmıştır:

1. En doğru şekilde nefes alkol düzeylerini tespit edebilmek için cihazların kalibrasyonlarının rutin aralıklarla yapılması büyük önem arz etmektedir. Aksi takdirde kişinin alkol düzeyinin olduğundan daha düşük veya yüksek çıkması gibi yanıltıcı sonuçlarla karşılaşılabilir. Doğru ölçüm sonuçları alabilmek için önemli bir husus da nefes alkol ölçümü yapan kişilerin bu alanda gerekli eğitim ve yeterliliğe sahip olması gerektiğidir.
2. Çalışmamızda; cihazların bakım ve kalibrasyonlarının titizlikle yapılması, doğru ölçüm tekniklerinin uygulanması gibi analitik ve teknik sorunların olmadığı durumlarda bile ağız içine alkol içeren bir şeyin temasının, alkolün koklama yoluyla solunmasının ve hatta alkolsüz içecek sınıfında bulunan bazı içeceklerin tüketilmesinin ardından yapılan ölçümlerde pozitif ölçüm sonuçlarıyla karşılaşmıştır. Çalışmamızda test edilen ürünler arasında bulunan organik nar, üzüm ve portakal suyu ile mandalina aromalı gazlı içeceğin tüketilmesinin

ardından sadece 1. dakikada, şalgam suyunun tüketilmesinin ardından en uzun 3. dakikada, el dezenfektanlarının kullanımının ardından en uzun 5. dakikada, kolonya kullanımının ardından en uzun 7. dakikada, gargaraların kullanımının ardından ise en uzun 11. dakikada solunum havasında alkol saptanmıştır. Daha önce bu alanda yapılmış bir çok çalışmada nefes alkol ölçümlerini etkileyebilecek ürünlerin kullanımının ardından geçen ilk 15 dakikalık sürenin kritik olduğu belirtilmektedir.

3. Alkolmetreler ile yapılan ölçümlere itirazlar neticesinde, alkollü olmadığını ispat etme amaçlı önce hastanelere, ardından uygulanan cezai yaptırımlara itiraz etme amaçlı mahkemelere başvuran kişilerin yaşadığı mağduriyetin yanında, bu durum hem hastanelere hem adli makamlara iş yükü olarak dönecek, maddi ve manevi kayıplara da neden olacaktır. Bu ürünleri kullandığını veya tükettiğini belirten kişilerde, belirlenecek bir süre ardından ölçüm yapılmasıyla yanlış pozitif sonuçların önüne geçilerek, bu yanlışlıklara bağlı hatalı yaptırımların ve oluşacak gereksiz iş yükünün önüne geçilecektir.
4. Nefes alkol analizlerini etkilediği düşünülen ilaç ve hastalıkları da kapsayan geniş çapta çalışmalar yapılması bu alanda yaşanan sorunlara çözüm getirilmesine fayda sağlayacaktır. Çalışmamız, nefes alkol düzeyini etkilediği tespit edilen ürün havuzunu genişletmek adına önemli veriler ortaya koymuştur.
5. Bu alanda yapılmış bilimsel çalışmaların göz önünde bulundurularak hazırlanacak kontrol listelerinin ve ölçüm kılavuzlarının oluşturulması ve uygulamaya aktarılması yapılan ölçüm sonuçlarını sağlıklı değerlendirmek açısından faydalı olacaktır. Bu kontrol listelerinde ölçüm sonucunu etkileyebileceği belirtilen alkolsüz gıda ve içeceklerin, bakım ürünlerinin, reflü, diyabet gibi hastalıkların ve yine ölçüm sonuçlarını etkileyebileceği bilimsel çalışmalarla ispatlanmış ilaçların sorgulanarak kayıt altına alınması, oluşturulan kontrol listesinin rutin uygulamalarda ölçüm öncesi uygulanması ve şüphe duyulan durumların varlığında kayıtlar alınarak akabinde gerekli görülen hallerde önceden belirlenmiş sürelerin beklenerek ölçüm yapılması güvenilir sonuçlar almak açısından atılacak önemli bir adım olacaktır. Özellikle trafik denetlemelerinde zaman kaybı oluşturabilecek gibi görünen bu uygulama

sayesinde istenmeyen yanlış pozitif ölçümlerin ve sonuçlarının önüne geçilebilecektir.

6. Kişinin dışardan gözlemlendiği kadarıyla alkollü olduğunun düşünüldüğü veya uygulanan ön kontrol listesinin değerlendirilmesinde yanlış pozitif ölçüm yapılabileceğine dair şüphe oluşmadığı durumlarda; beklenmeden ölçüm yapılması, ölçüme itiraz olması durumunda gerekli görüldüğü hallerde 15 dakika beklenerek ölçümün tekrarlanması ve sonuçların kayıt altına alınması yapılacak itirazları azaltacak ve itiraz durumlarında adli makamların değerlendirme süreçlerine fayda sağlayacaktır.
7. Karayolları Trafik Yönetmeliğinde geçen alkolmetre ölçümlerine itiraz halinde ölçümün tekrarlanmayacağı ile ilgili maddenin düzenlenmesi, gerekli görülmesi halinde belirlenen sürenin beklenerek ölçüm tekrarının yapılmasının olası yanlış pozitif ölçümlerin önüne geçilmesine ve ölçüm sonucunun güvenilirliğinin artmasına büyük katkı sağlayacağı düşünülmüştür.
8. Gerek alkolmetre ile yapılan ölçümlere itirazlar sonrası başvurularda gerekse alkolün sürüş yeteneği üzerine etkileri hususunda kişinin ayrıntılı muayenesi bir hekim tarafından yapılmalıdır. Sağlık personeli olmayan kişilerin muayene yapmasının etik açıdan uygun olmadığı, yapıldığı durumlarda da yanlışlıklara neden olabileceği düşünülmektedir. Ancak hekime ulaşıncaya kadar geçen sürede kolluk kuvvetlerinin kendi gözlemlerini (konuşma, yürüme, denge vb.) kayıt altına alması ve ulaştığı birimde hekime bildirmesi, ardından hekim tarafından detaylı bir harici muayene ve nörolojik muayenenin yapılması, şartlar elverdiği sürece izlenecek en doğru yol olarak görünmektedir.

KAYNAKLAR

1. **Jaffe JH, Anthony JC.** Madde Kullanımına Bağlı Bozukluklar: Giriş ve Genel Bakış. Aydın H, Bozkurt A, çevirenler. Sadock BJ, Sadock VA, editors. Kaplan and Sadock's Comprehensive Textbook of Psychiatry, Cilt 2, Ankara. **2007**;(8):1137.
2. **Gateley I.** Drink: A Cultural History of Alcohol. Goatham Books, New York. **2008**.
3. **Hanson DJ.** Historical evolution of alcohol consumption in society. *Alcohol: Science, Policy and Public Health*. Oxford University Press. **2013**;56-80.
4. **Tracy SW.** Alcoholism in America From Reconstruction to Prohibition. Baltimore: Johns Hopkins University Press. **2005**;1-24.
5. **Harrison EL, Fillmore MT.** Are bad drivers more impaired by alcohol? Sober driving precision predicts impairment from alcohol in a simulated driving task. *Accid Anal Prev*. **2005**;37(5):882-9.
6. **Lardelli Claret P, Jimenez Moleon JJ, de Dios Luna del Castillo J, Garcia Martin M, Bueno Cavanillas A, Galvez Vargas R.** Driver dependent factors and the risk of causing a collision for two wheeled motor vehicles. *Inj Prev*. **2005**;11(4):225-31.
7. **Krüger HP, Vollrath M.** The alcohol related accident risk in Germany: procedure, methods and results. *Accid Anal Prev*. **2004**;36(1):125-33.
8. **Leporati M, Salvo RA, Pirro V, Salomone A.** Driving under the influence of alcohol. A 5 year overview in Piedmont, Italy. *J Forensic Leg Med*. **2015**;34:104-8.
9. **Özen M, Zorlu F.** Türkiye’de Devlet Karayollarında Kaza Oranlarının ve Kaza Örüntüsünün Analizi. *Teknik Dergi*. **2018**;29(5),8589-8604 .
10. **Fung WK, Chan KL, Mok VK, Lee CW, Choi VM.** The statistical variability of blood alcohol concentration measurements in drink-driving cases. *Forensic Sci Int*. **2000**;5;110(3):207-14.
11. **McKnight AJ, Langston EA, McKnight AS, Lange JE.** Sobriety tests for low blood alcohol concentrations. *Accid Anal Prev*. **2002**;34(3):305-11.
12. **Hancı İH, Aşıcıoğlu F, Arslan Ç.** Türk Ceza Yasasına göre alkollü araç kullanmanın güvenli sürüş yeteneğine etkileri çalıştay sonuç bildirgesi, Ankara. **2009**.
13. 23053 sayılı Karayolları Trafik Yönetmeliği. Resmî Gazete Tarih ve Sayısı: 18.07.1997-23053
14. 5237 sayılı Türk Ceza Kanunu. Kabul Tarihi 26/09/2004, Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 12.10.2004-25611.
15. **Baban N ve ark.** Adli Toksikoloji, Adalet Bakanlığı Adli Tıp Kurumu Yayınları, İstanbul. **2003**;136-151.
16. **Karabulut D ve ark.** Kişisel Bakım Ürünlerinin Kullanımı Sonrası Nefeste Alkol Saptanması. *Adli Bilimler ve Suç Araştırmaları Dergisi*. **2019**;(1)22-35.
17. **Baduroğlu E, Durak D.** Alkol ile İlgili Adli Tıp Sorunları, *Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*. **2010**;65-71.

18. **Koç S.** Alkol ve Madde Kullanımı İle İlgili Adli Tıp Sorunları. İçinde: Koç S, Can M, editörler. Birinci Basamakta Adli Tıp. 2. Baskı. İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul. **2011**; 425.
19. **Kalyoncu A, Mırsal H.** Alkol Kullanım Bozuklukları. *Psikiyatri Dünyası*. **2000**;22-30.
20. **Levine B, Caplan Y.** Alcohol in Principles of Forensic Toxicology. **2013**;157-172.
21. **Öncü F, Ögel K, Çakmak D.** Alkol Kültürü: Tarihsel Süreç ve Meyhane Kültürü. *Bağımlılık Dergisi*. **2001**;133-138.
22. **Kayaalp S.O.** Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji. **2002**;923-934.
23. **Köknel Ö.** Bağımlılık Alkol ve Madde Bağımlılığı. Altın Kitaplar Yayınevi, İstanbul. **1998**.
24. **Brown S, Yalom I.** Alkolizm Terapisi. Prestij Yayınları, İstanbul. **2008**.
25. **WHO (World Health Organization).** Alcohol. 2018. Erişim: (<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>) 2018. Erişim Tarihi: 06.02.2022.
26. **WHO (World Health Organization).** Global status report on alcohol and health 2018. Erişim: (<https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639>) 2018. Erişim Tarihi: 07.02.2022.
27. **Arıkan Z.** Alkol Kullanım Bozukluğu, Madde Bağımlılığı Tanı ve Tedavi Kılavuzu El Kitabı, Sağlık Bakanlığı Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Yayın No:879, Ankara. **2011**;105-123.
28. **Turhan T.** Otoanalizörler ve nefes havasında alkol analizörleriyle yapılan kan alkol analizlerinde problemler. Toksikoloji ve Terapötik İlaç İzleminde Hatalı Sonuç Değerlendirmesi Kapsamlı Kılavuz, 1. Baskı. Ankara. **2018**; 121-139.
29. **Özgür Cİ.** Alkol. İçinde: Dokgöz H editör. Adli Tıp ve Adli Bilimler. Akademisyen Kitapevi, Ankara. **2019**; 650.
30. **Evren Z.** Postmortem Kan Etanol Düzeyinin Toksikolojik Analizi ve Adli Tıpta Önemi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, **2008**.
31. Alcohol and Your Health. Erişim: (<https://www.healthchecksyste.ms.com/alcohol.htm>) 2022. Erişim Tarihi: 10.01.2022.
32. **College E,** Alcohol metabolism. Virtual Chembook. Erişim: (<http://chemistry.elmhurst.edu/vchembook/642alcoholmet.html>) 2003. Erişim Tarihi: 05.01.2022.
33. Alkol ve Alkollü İçki Tesislerinin Haiz Olmaları Gereken Teknik Şartlar, Kurulmaları, İşletilmeleri ve Denetlenmelerine İlişkin Usul ve Esaslar. Resmî Gazete Tarih ve Sayısı: 26.09.2022-24888.
34. Alkolsüz 'Alkollü' gıdalar. Erişim: (<https://www.memurlar.net/haber/112211/alkolsuz-alkollu-gidalar.html>.) 2008. Erişim Tarihi: 04.01.2022
35. **Dettmeyer R.B., Schütz H.F., Verhoff M.A.** Forensic Medicine: Fundamentals and Perspectives. Heidelberg, Berlin. **2013**.
36. **Karch SB.** Forensic issues in alcohol testing;CRC Press. **2016**.
37. **Jones AW.** Pharmacokinetics of Ethanol Issues of Forensic Importance. *Forensic Science Review*. **2011**;23(2):91-136.

38. **Hunsaker DM, Hunsaker JC.** Postmortem Alcohol Interpretation Medicolegal Considerations Affecting Living and Deceased Persons. *Forensic Pathology Reviews*. **2004**;307-338.
39. **Wall IF.** Alcohol, drugs and driving. *Clinical Forensic Medicine*. **2009**;89-98.
40. **Stuart H, James JN.** Forensic Science. CRC Press, USA. **2003**.
41. **Soysal Z, Çakalır C.** Alkol ve Uyuşturucu Madde Kullanımı ile ilgili adli tıp sorunları. Adli Tıp 1. Baskı. İstanbul. **1999**;3)1345-1359.
42. **Spitz UW.** Medicolegal Investigation of Death. CCT Publisher, USA. **1993**.
43. **Hancı H.** Alkol ve Trafik Kazaları. Erişim: (http://trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/Arsiv/SiteAssets/Yayinlar/Bildiriler/pdf/Prof_Dr_I_Hamit_Hanci.pdf) Erişim tarihi: 20.01.2022
44. **Çoltu A.** Alkolün Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri*, **1986**;75-79.
45. **GR T.** Volatile Alcohols. In, Contemporary Practice in Clinical toxicology. Philadelphia:USA:National Academy of Clinical Biochemistry, *International Association of Therapeutic Drug monitoring and Clinical toxicology*. **2000**;3-23.
46. **Helander A, et al.** Detection times for urinary ethyl glucuronide and ethyl sulfate in heavy drinkers during alcohol detoxification. *Alcohol Alcohol*. **2009**;44(1):55-61.
47. **Ramchandani V, Bosron W, Li T.** Research advances in ethanol metabolism. *Pathologie Biologie*. **2001**;49(9):676-82.
48. **Helander A, et al.** Detection times for urinary ethyl glucuronide and ethyl sulfate in heavy drinkers during alcohol detoxification. *Alcohol Alcohol*. **2009**;44(1):55-61.
49. **Kaferstein H.** Forensic relevance of glucuronidation in phase-II-metabolism of alcohols and drugs. *Leg Med. Tokyo*. **2009**;111(1):22-6.
50. **Katzung BG.** The Alcohols. In: Basic and clinical pharmacology, 14th ed. **2018**;396-408.
51. **Politi L, Morini L, Leone F, Poletti A.** Ethyl glucuronide in hair: Is it a reliable marker of chronic high levels of alcohol consumption? *Addiction*. **2006**;101(10):1408-1412.
52. **Andresen-Streichert H, Muller A, Glahn A, Skopp G, Sterneck M.** Alcohol Biomarkers in Clinical and Forensic Contexts. *Dtsch Arztebl Int*. **2018**;115(18):309-315.
53. **Piano MR, et al.** Binge Drinking Episodes in Young Adults : How Should We Measure Them in a Research Setting? *J Stud Alcohol Drugs*. **2017**;78:502-511. doi:10.15288/jsad.2017.78.502.
54. **Bianchi V, Raspagni A, Arfini C.** Emerging Biomarkers of Alcohol Consumption: Clinical and Forensic Applications. *Open Toxicol J*. **2013**;6:27-33.
55. **Conigrave KM, Davies P, Haber P, Whitfield JB.** Traditional markers of excessive alcohol use. *Addiction*. **2003**;98:31-43.
56. **Dasgupta A.** Direct Alcohol Biomarkers Ethyl Glucuronide, Ethyl Sulfate, Fatty Acid Ethyl Esters, and Phosphatidylethanol. In: Alcohol and Its Biomarkers. **2015**:181-220.
57. **Dasgupta A.** Mean Corpuscular Volume and Carbohydrate-Deficient Transferrin as Alcohol Biomarkers. In: Alcohol and Its Biomarkers. **2015**:139-162.

58. **Arndt T.** Carbohydrate-deficient transferrin as a marker of chronic alcohol abuse: A critical review of preanalysis, analysis, and interpretation. *Clin Chem.* **2001**;47(1):13-27.
59. **Vonghia L, Leggio L, Ferrulli A, Bertini M, Gasbarrini G, Addolorato G.** Acute alcohol intoxication. *Eur J Intern Med.* **2008**;19(8):561-567.
60. **Murty BR.** The Biochemistry of Alcohol Toxicity. *Resonance.* **2004**;1-7.
61. Türk Ceza Kanunu'nda tanımlanan yaralama suçlarının adli tıp açısından değerlendirilmesi rehberi. Adli Tıp Uzmanları Derneği. Erişim: (<https://www.atk.gov.tr/tckyaralama24-06-19.pdf>) 2019. Erişim Tarihi:01.01.2022
62. **Shafi H, et al.** Eight Fatalities due to Drinking Methanol-tainted Alcohol in Pakistan: A Case Report. *Egypt J Forensic Sci.* **2016**;525-519.
63. **Chen L, et al.** Optimization of Methanol Yield from a Lurgi Reactor. *Chem. Eng. Technol.* **2011**.
64. **Taymaz İ, Benli M.** Metanolün taşıtlarda enerji kaynağı olarak farklı kullanım yöntemlerinin incelenmesi. *Mühendis ve Makine.* **2009**;(50):596
65. **Bulur A.** Çukurova Bölgesinde Üretilen Boğma Rakıların Kimyasal Bileşimleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana. **2010**.
66. **Givens M, Kalbfleisch K, Bryson S.** Comparison of Methanol Exposure Routes Reported to Texas Poison Control Centers. *West J Emerg Medical.* **2008**;150-153.
67. **Wallace E, Green A.** Methanol Toxicity Secondary to Inhalant Abuse in Adult Men. *Clin Toxicol.* **2009**;239-242.
68. **Köprülü A, et al.** Accidental Transdermal Methanol Poisoning: Difficulties and Suggestions: Case Report. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical.* **2016**;89-92.
69. **Anderson IB.** Methanol. In: Poisoning and Drug Overdose. The McGraw-Hill Companies. **2004**;260-261.
70. **Palatnick W, et al.** Methanol Half-Life During Ethanol Administration: Implications for Management of Methanol Poisoning From the Departments of Emergency Medicine. *Ann Emerg Medical.* **1995**;202-207.
71. **Pohanka M.** Toxicology and the Biological Role of Methanol and Ethanol: Current View. Biomed pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. **2016**;54-63.
72. **Roberts DM, et al.** Recommendations for the Role of Extracorporeal Treatments in the Management of Acute Methanol Poisoning: A Systematic Review and Consensus Statement. *Crit Care Medical.* **2015**;461-472.
73. **Jennifer PC.** Alcohols. In: Tintinalli's emergency medicine; a comprehensive study guide. Meckler G, Quereshi N, Al Mogbil M, Kentab O, 8th Eds. McGraw-Hill; New York. **2016**;1243-51.
74. **Salaspuro V, Salaspuro M.** Synergistic effect of alcohol drinking and smoking on in vivo acetaldehyde concentration in saliva. *International Journal of Cancer.* **2004**.
75. **Cabezas J, Lucey MR, Bataller R.** Biomarkers for monitoring. *Clinical Liver Disease.* **2016**;8(3):59-63.

76. **Langman L, Bechtel L, Holstege C.P.** Clinical toxicology page:1109-1188 in Tietz Textbook of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics, Elsevier, st Louis Missouri. **2012.**
77. Türk Tabipler Birliği. Adli Tıp El Kitabı, Ankara. **1999.**
78. **Gündüz T.** Adli Tıp Ders Notu: Osmangazi Üniversitesi, Yayın No: 020. **1997**;111-122.
79. **Beşkoç C.** Alveolar Alkol seviyeleri ile kan alkol seviyelerinin klinik muayene bulguları ile birlikte değerlendirilmesi ve standart alkol muayene formunun oluşturulması. Tıpta Uzmanlık Tezi, Cerrahpaşa Üniversitesi, İstanbul. **2009.**
80. **Öztürel A.** Adli Vakalarda Alkol Tayini. *Ankara Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi.* **1973**;30:1.
81. **Turhan T.** Uçucu Alkoller: Etanol, Metanol, İsoopropanol, İlhan N. editör. *Klinik Toksikoloji Laboratuvarı Zehirlenme Değerlendirmesinin Çağdaş Uygulaması.* 1. Baskı, Elazığ. **2017**;57-78.
82. **Powers RH, Dean DE.** Evaluation of potential lactate/lactate dehidrogenase with an enzymatic alcohol analysis. *J Anal Toxicol.* **2009**;33(8):561-3.
83. The Role of Biomarkers in the Treatment of Alcohol Use Disorders. Substance Abuse and Mental Health Service Administration. **2012**;11.
84. **Saukko P, Knight B.** Forensic aspects of alcohol. Knight Forensic Pathology. Arnold Publishers, Eskişehir. **1995.**
85. **Dasgupta A.** Methods of alcohol measurement. In: Alcohol, Drugs, Genes and the Clinical Laboratory. **2017.**
86. Alcohol Test Info:Why Test for Alcohol? Erişim: (<https://www.alcohol-test-info.com/>) Erişim Tarihi: 05.02.2022
87. **Swift R.** Direct measurement of alcohol and its metabolites. *Addiction.* **2003**;98(2):73-80.
88. **Dasgupta A.** Measurement of Alcohol Levels in Body Fluids and Transdermal Alcohol Sensors. In: Alcohol and Its Biomarkers. **2015**;65-71.
89. **Sebbane M, et al.** Breath analyzer screening of emergency department patients suspected of alcohol intoxication. *J Emerg Med.* **2012**;43(4):747-753.
90. **Jaffe DH, Siman-Tov M, Gopher A, Peleg K.** Variability in the blood/breath alcohol ratio and implications for evidentiary purpose. *J Forensic Sci.* **2013**;58(5):1405.
91. **Vural, N.** Toksikoloji Laboratuvar Kitabı. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Ankara, **2000.**
92. **Demirci İ.M, Balcı Y, Kadı U.D.G, Seçkin U.D.Ç, Tosun P.K.** Oral Antiseptik Spreylerdeki Etanolün Nefeste Alkol Ölçümü Üzerine Etkisi. *Adli Tıp Bülteni.* **2021**;26(1), 1-7.
93. **Baldwin AD.** Anstie's alcohol limit: Francis Edmund Anstie 1833-1874, *J. Public Health.* **1977**
94. **Lucas DM, Robert F.B.** An appreciation of his life and work. *Forensic Science Review.* **2000**
95. **Cushny AR.** On the exhalation of drugs by the lungs. *The Journal of Physiology.* **1910**;26;40(1-2):17-27.
96. **Bogen E.** The Diagnosis Of Drunkenness-A Quantitative Study Of Acute Alcoholic Intoxication. *Cal West Med.* **1927**;26(6):778-83.

97. **Liljestrand G, Linde P.** Über die Ausscheidung des Alkohols mit der Exspirationsluft. *Acta Physiologica*. **1930**.
98. Rolla Harger. Indiana Üniversitesi, Üniversite Başarı ve Ödülleri. Erişim: (<https://honorsandawards.iu.edu/awards/honoree/8816.html>) Erişim Tarihi:04.02.2022.
99. Libraries of the Indiana University. Borkenstein and His Monster:The Man Behind the Breathalyzer. Erişim: (<https://blogs.libraries.indiana.edu/iubarchives/2011/03/31/borkenstein-and-his-monster-the-man-behind-the-breathalyzer-a-new-exhibit-on-display-at-the-iu-archives-2/>) Erişim Tarihi: 03.01.2022
100. Breathalyzers in History. Erişim: (https://www.drinkdriving.org/drink_driving_information_breathalysers_early.php) Erişim Tarihi: 05.02.2022
101. Jones, Tom Parry. The Telegraph. Erişim: (<https://www.telegraph.co.uk/news/uknews/9800279/Inventor-of-electronic-breathalyser-dies-aged-77.html>) 2013. Erişim Tarihi: 05.02.2022
102. Jones, Thomas Parry (1935-2013), Inventor, Entrepreneur And Philanthropist. Erişim:(<https://biography.wales/article/s12-JONE-PAR-1935>) Erişim Tarihi: 05.02.2022
103. Freudenrich C. How Breathalyzers Work Updated. Uptade: Apr 9,2021. Erişim: (<https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/automotive/breathalyzer.htm>), Erişim Tarihi: 05.02.2022
104. **Çoltu A.** Alkolün Adli Tıp Açısından Değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri*. **1986**;6:1:75-78,
105. **Fessler CC, Tulleners FA, Howitt DG, Richards JR.** Determination of mouth alcohol using the Dräger Evidential Portable Alcohol System. *Sci Justice*. **2008**;48(1):16-23.
106. **Gullberg RG.** Breath alcohol measurement variability associated with different. *Forensic Science International*.**2003**;131(1):30-35.
107. **Jones AW.** Advantages and limitations of breath vs blood-alcohol analysis. *International eurasian congress of forensic sciences*. İstanbul, **2008**.
108. **Eroğlu O.** Tıbbi Cihazlarda Bakım Onarım ve Kalibrasyon Planlamaları ve Maliyetleri. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi, **2010**;7-11.
109. **Gullberg RG.** Adli Nefesten Alkol Test Cihazlarının Kalibre Edilmesinde Kullanılacak Hava/Su Bölme Katsayının Belirlenmesi. *Kanada Adli Bilimler Derneği Dergisi*. **2005**;38(4):205–212.
110. **Koçak BUM, Altuncı AK.** 2011 yılında trafik kazası sonucu Ege Üniversitesi Acil Servisine başvuran Hastaların adli tıbbi boyutuyla incelenmesi. *Ege Journal of Medicine*, **2013**;52(2),93-99.
111. **Gomez HF, Moore L, Mc Kinney P, Phillips S, Guven H, Brent J.** Elevation of breath ethanol measurements by metered-dose inhalers. *Ann Emerg Med*. **1995**;25(5):608-11.
112. **Boatto G, Trignano C, Burrai L, Spanu A, Nieddu M.** Effects of homeopathic mother tinctures on breath alcohol testing. *J Forensic Sci*. **2015**;60:1:231-3.
113. **Fries H, Hitzschke M, Lordick F.** A Different Kind of Relapse: Ethanol as an Additive in Chemotherapy Formulations. *Oncol Res Treat*. **2019**;42(6):350-353.
114. **Haq MW, Batool M, Ahsan SH, Qureshi NR.** Alcohol use in mouthwash and possible oral health concerns. *J Pak Med Assoc*. **2009**;59(3):186-90.

115. **Hautemaniere A, et al.** Assessment of exposure to ethanol vapors released during use of alcohol based hand rubs by healthcare workers. *J Infect Public Health*. **2013**;6(1):16-26.
116. **Tümer AR, et al.** The effects of traditional fermented beverages on ethanol, ethyl glucuronide and ethyl sulphate levels. *Egyptian Journal of Forensic Sciences*. **2018**;8(1):33.
117. **Hossain M, et al.** Ethanol content in different energy drinks available in Bangladesh. *jahangirnagar University Journal of Biological Sciences*. **2017**;5(2):57-60.
118. **Özhan Y, Balku J, Sipahi H.** Nefes Alkol Testinde Yalancı Pozitifliğe Sebep Olan İlaç, Gıda ve Alkolsüz İçecekler. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*. **2020**;2:40:103-113.
119. **Fiocchi A, Riva E, Giovamrini M.** Ethanol in medicines and other products intended for children: commentary on a medical paradox. *Nutrition Research*. **1999**;19:3:373- 379.
120. **Golderger B.** Unsuspected Ethanol Ingestion Through Soft Drinks and Flavored Beverages. *Journal of Analytical Toxicology*. **1996**;20.
121. **Uysal C, Karapirli M, Inanici MA.** Effects of some of the regional Turkish fermented foods and medications on respiratory alcohol levels. *Turk J Med Sci*. **2014**;44:720–727.
122. **Irigoyen A, Arana I, Castiella M, Torre P, Ibanez F.** Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chem*. **2004**;90:613–620.
123. **Magalhaes KT, Pereira GVM, Campos CR, Dragone G, Schwan RF.** Brazilian kefir: structure, microbial communities and chemical composition. *Braz J Microbiol*. **2011**;42:693–702.
124. **Gorgus E, Hittinger M, Schrenk D.** Estimates of Ethanol Exposure in Children from Food not Labeled as Alcohol-Containing. *Journal of Analytical Toxicology*. **2016**;40(7):537– 542.
125. **Lutmer B, Zurfluh C, Long C.** Potential Effect of Alcohol Content in Energy Drinks on Breath Alcohol Testing. *Journal of Analytical Toxicology*. **2009**;33(3):167-16.
126. **Tanguler H, Erten H.** Chemical and microbiological characteristics of şalgam (şalgam): a traditional turkish lactic acid fermented beverage. *J Food Qual*. **2011**;35:298–306.
127. **Kose E, Yucel U.** Chemical composition of boza. *J Food Tech*. **2011**;1:191–193.
128. **Musshoff F, Albermann E, Madea B.** Ethyl glucuronide and ethyl sulfate in urine after consumption of various beverages and foods misleading results. *Int J Legal Med*. **2010**;124(6):623-30.
129. **Gündüz S, Yılmaz H, Gören A.** Halal food and metrology: Ethyl alcohol contents of beverages. *J. Chem. Metrol*. **2013**;7(1):7-9.
130. **Jones AW, Rössner S.** False-positive breath-alcohol test after a ketogenic diet. *Int J Obes*. **2007**;31(3):559-561.
131. **Bozzuto G, Ruggieri P.** Molecular aspects of tumor cell migration and invasion. *Ann Ist Super Sanita*. **2010**;46(1):66-80.
132. **Hegstad S, Kristoffersen L, Liane VH, Spigset O.** EtG and EtS in Autopsy Blood Samples With and Without Putrefaction Using UPLC-MS-MS. *J Anal Toxicol*. **2017**;1;41(2):107-113.
133. **Hoiseth G, Karinen R, Christophersen A, Morland J.** Practical use of ethyl glucuronide and ethyl sulfate in postmortem cases as markers of antemortem alcohol ingestion. *Int J Legal Med*. **2010**;124(2):143-148.

134. **İnanıcı MA, Birgen N, Aksoy ME, Gürpınarlı Z.** Kokuşmuş cesetlerde saptanan etanol seviyesinin yorumlanması. *Journal of Forensic Medicine*. **2001**;15(1):10-8.
135. **Kuş, S.** Dünyada ve Türkiye’de alkol kontrolü politikaları. Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara. **2011**.
136. **Durmaz Ü.** Kan Alkol Düzeyi Bakılan Trafik Kazası Olgularının Adli Tıp Açısından İrdelenmesi, Tıpta Uzmanlık tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır. **2018**.
137. **DiMaio VJ, DiMaio D.** Forensic Pathology. 2th Ed, CRC Press, London. **2001**;452.
138. **Bilge Y.** Adli Tıp. Nobel Tıp Kitabevi, Ankara. **2008**.
139. Aylık ve trafik kaza istatistikleri. Emniyet Genel Müdürlüğü Trafik Başkanlığı. Erişim: (<http://trafik.gov.tr/istatistikler37>). Erişim Tarihi: 01.02.2022
140. **Logan BK, et al.** Alcohol, drugs and driving. In: Cooper G, Negrusz A, editors. Clarke's analytical forensic toxicology. 2th Ed. Pharmaceutical Press, London. **2013**;299-321.
141. **Alonso F, Pastor JC, Montoro L, Esteban C.** Driving under the influence of alcohol: frequency, reasons, perceived risk and punishment. *Subst Abuse Treat Prev Policy*. **2015**;12:10:11.
142. **Harrison EL, Fillmore MT.** Are bad drivers more impaired by alcohol? Sober driving precision predicts impairment from alcohol in a simulated driving task. *Accid Anal Prev*. **2005**;37(5):882-9.
143. **Lardelli Claret P, et al.** Driver dependent factors and the risk of causing a collision for two wheeled motor vehicles. *Inj Prev*. **2005**;11(4):225-31.
144. **Carfora A, Campobasso CP, Cassandro P, Petrella R, Borriello R.** Alcohol and drugs use among drivers injured in road accidents in Campania (Italy): A 8-years retrospective analysis. *Forensic Sci Int*. **2018**;288:291-296.
145. **Chen H, Chen Q, Chen L, Zhang G.** Analysis of risk factors affecting driver injury and crash injury with drivers under the influence of alcohol (DUI) and non-DUI. *Traffic Inj Prev*. **2016**;17(8):796-802.
146. **Brady JE, Li G.** Trends in alcohol and other drugs detected in fatally injured drivers in the United States, 1999-2010. *Am J Epidemiol*. **2014**;15;179(6):692-9.
147. **Sobngwi Tambekou JL, Brown TG, Bhatti JA.** Driving under the influence of alcohol in professional drivers in Cameroon. *Traffic Inj Prev*. **2016**;17(1):73-8.
148. **Krüger HP, Vollrath M.** The alcohol-related accident risk in Germany: procedure, methods and results. *Accid Anal Prev*. **2004**;36(1):125-33.
149. **Leporati M, Salvo RA, Pirro V, Salomone A.** Driving under the influence of alcohol. A 5-year overview in Piedmont, Italy. *J Forensic Leg Med*. **2015**;34:104-8.
150. **Taylor B, Rehm J.** The relationship between alcohol consumption and fatal motor vehicle injury: high risk at low alcohol levels. *Alcohol Clin Exp Res*. **2012**;36(10):1827-34.
151. **Brady JE, Baker SP, Dimaggio C, McCarthy ML, Rebok GW, Li G.** Effectiveness of mandatory alcohol testing programs in reducing alcohol involvement in fatal motor carrier crashes. *Am J Epidemiol*. **2009**;15;170(6):775-82.
152. **Fujita Y, Shibata A.** Relationship between traffic fatalities and drunk driving in Japan. *Traffic Inj Prev*. **2006**;7(4):325-7.

153. **Hingson R, Winter M.** Epidemiology and consequences of drinking and driving. *Alcohol research & health*. **2003**;27(1), 63.
154. Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2020. Erişim: (<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-Kaza-Istatistikleri-2020-37436>). Erişim Tarihi: 06.02.2022.
155. **Aşirdizer M, Hekimoğlu Y.** Trafikte Yol Kenarı Alkol, Uyuşturucu ve Uyarıcı Tarama Testleri: Tarihçesi, Gelişimi ve Günümüzde Kullanımı. *Adli Tıp Bülteni*. **2015**;20(3):181-187.
156. Blood alcohol concentration limits worldwide. International center for alcohol policies, ICAP REPORTS 11. May **2002**.
157. Alkollü Araç Kullanımı. Emniyet genel Müdürlüğü. Erişim: (<https://www.egm.gov.tr/alkollu-arac-kullanimi>). Erişim Tarihi: 07.02.2022
158. **Arısoy Y.** Alkolün sürücü davranışı üzerine etkileri ve ülkemizde izin verilen yasal limit. *Türkiye Klinikleri J Foren Med-Special Topics*. **2017**;3(2):131-135.
159. Global Status Report on Road Safety. Geneva, Switzerland: WHO Press, World Health Organization. **2015**.
160. **Aşıcıoğlu F.** Trafikte Güvenli Sürüş Açısından Alkol. 1. Baskı. Beta Yayınevi, İstanbul. **2009**.
161. Karayolları Trafik Kanunu. Kabul Tarihi:13.10.1983. Resmi Gazete Tarih ve sayısı: 18.10.1983-18195.
162. **Tahiroğlu B.** Trafik Kazalarında Ceza ve Hukuk Sorumluluğunun Belirlenmesinde Bilirkişi Raporları, *Fasikül Dergisi*, **2010**;11:6-17.
163. **Mutlu E, Okudan M, Aşıcıoğlu F.** Alkol Etkisi Altında Araç Kullanımı. *Türkiye Klinikleri Adli Tıp ve Adli Bilimler Dergisi*. **2022**;19(1):1-10
164. Alcoquant 6020 Kullanım Kılavuzu. Erişim: (<https://ekilavuz.com/envitec-alcoquant-6020-alkolmetre--6be71df7ad22c579-10>.) Erişim Tarihi:15.01.2022
165. Alcohol use and burden for 195 country and territories, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Diseases Study. GBD Alcohol Collaborators, *Lancet*. **2016**;392; 1015-35.
166. Karayolları Trafik Yönetmeliği. Resmi Gazete Tarih ve Sayısı: 18.07.1997-23053. Başlığı ile birlikte değişik:RG-19/2/2014-28918.
167. **Ignacio Garcia JM, Ignacio García JM, Almenara Barrios J, Chocron Giraldez MJ, Hita Iglesias C.** A comparison of standard inhalers for asthma with and without alcohol as the propellant on the measurement of alcohol in breath. *J Aerosol Med*. **2005**;18(2):193-7.
168. **Mc Cullough MJ, Farah CS.** The role of alcohol in oral carcinogenesis with particular reference to alcohol-containing mouthwashes. *Aust Dent J*. 2008;53(4):302-5.
169. **Werner CW, Seymour RA.** Are alcohol containing mouthwashes safe? *Br Dent J*. **2009**;28;207(10): 488-9.
170. **Lindberg L, Grubb D, Dencker D, Finnshult M, Olsson SG.** Detection of mouth alcohol during breath alcohol analysis. *Forensic Sci Int*. **2015**;249:66-72.
171. **Modell JG, Taylor JP, Lee JY.** Breath alcohol values following mouthwash use. *The Journal of the American Medical Association*. **1993**;22-29;270(24):2955-6.

172. **Foglio Bonda PL, Poggia F, Foglio Bonda A, Mantovani C, Pattarino F, Giglietta A.** Determination of breath alcohol value after using mouthwashes containing ethanol in healthy young adults. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* **2015**;19(14):2562-6.
173. **Chaloupka FJ, Grossman M, Saffer H.** The effects of price on alcohol consumption on alcohol related problems. *Alcohol Res Health.* **2002**; 26:22-33.
174. **Kaya K, Deniz B.** Kolonya ve El Dezenfektanlarının Alkolmetre Ölçümlerine Etkisinin Değerlendirilmesi. *Harran Tıp Dergisi.* **2021**;18:3:499-503.
175. Günyol A. Koronavirüs ile birlikte Türkiye’de e-ticaret satışları arttı. Erişim: (<https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/koronavirus-ile-birlikte-turkiyede-e-ticaret-satislari-artti-/1772734>) 20.03. **2020**, Erişim tarihi: 01.03.2021
176. **Ali SS, Wilson MP, Castillo EM, Witucki P, Simmons TT, Vilke GM.** Common hand sanitizer may distort readings of breathalyzer tests in the absence of acute intoxication. *Acad Emerg Med.* **2013**;20(2):212-5.
177. **Lindsay HA, Hannam JA, Bradfield CN, Mitchell SJ.** Breath alcohol of anesthesiologists using alcohol hand gel and the "five moments for hand hygiene" in routine practice. *Can J Anaesth.* **2016**;63(8):938-44.
178. **Emerson BL, Whitfill T, Baum CR, Garlin Kane K, Santucci K.** Effects of alcohol based hand hygiene solutions on breath alcohol detection in the emergency department. *Am J Infect Control.* **2016**;44(12):1672-1674.
179. **Uysal C.** Solunum Havasında Alkol Düzeyini Etkileyen Etmenler. Uzmanlık Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, **2009**.
180. **Gorgus E, Hittinger M, Schrenk D.** Estimates of Ethanol Exposure in Children from Food not Labeled as Alcohol Containing. *J Anal Toxicol.* **2016**;40(7):537-42.
181. Türk Gıda Kodeksi, Alkolsüz İçecekler Tebliği. Resmi Gazete Tarih ve Sayı: 15.06.2007-26553.
182. **Türkuçar SA, et al.** Ethanol levels of the non-alcoholic beverages sold in markets in Turkey. *Gümüşhane University Journal of Health Sciences,* **2017**;6(1):121-128.
183. **Moore RL, Guillen J.** The effect of breath freshener strips on two types of breath alcohol testing instruments. *J Forensic Sci.* **2004**;49(4):829-31.
184. Information for the package leaflet regarding ethanol used as an excipient in medicinal products for human use. European Medicines Agency:Committee for Medicinal Products for Human Use. EMA/CHMP/43486/2018
185. **Bruce C, Chan HP, Mueller L, Thomas PS, Yates DH.** Effect of hydrofluoroalkane-ethanol inhalers on estimated alcohol levels in asthmatic subjects. *Respirology.* **2009**;14(1):112-6.
186. **Barry PW, O'Callaghan C.** New formulation metered dose inhaler increases breath alcohol levels. *Respiratory medicine,* **1999**;93:167-168.
187. **Vasudevan J, Nelson J, Hopp R.** Evaluation of breath alcohol levels after fluticasone nasal spray. *Ann Allergy Asthma Immunol.* **2016**;116(1):76-7.
188. **Itoi N, et al.** Breath Alcohol Concentration in Japanese Breast Cancer Patients Following Alcohol-Containing Chemotherapeutic Agent Infusion. *J Pharmacovigilance.* **2014**;2:138.

189. **Aomori T, et al.** Effect of ethanol in Paclitaxel injections on the ethanol concentration in exhaled breath. *Drugs R D*. **2012**;1:12(3):165-70.
190. **Kechagias S, Jönsson KA, Franzen T, Andersson L, Jones AW.** Reliability of breath-alcohol analysis in individuals with gastroesophageal reflux disease. *J Forensic Sci*. **1999**;44(4):814-8.
191. **Jones, AW.** Alcohol:Breath Analysis. *Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine*. 2th Ed. **2016**.
192. **Hirt M, Vorel F, Zachara S, Ambruzek A.** Effect of windshield washer fluid on breathalyser results. *Soud Lek*. **2011**;56(3):36-7.
193. **Jones AW, Andersson L.** Comparison of ethanol concentrations in venous blood and end expired breath during a controlled drinking study. *Forensic Sci Int*. **2003**;12:132(1):18-25.

