

## Türkiye’deki Enerji İçeceği Kullanım Sıklığının Klasik ve Bayesci Meta-analiz Yöntemlerine Göre Belirlenmesi

Esin AVCI

Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü, Güre Yerleşkesi, Merkez, Giresun

Geliş tarihi/Received 03.04.2017

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 20.07.2017

Kabul tarihi/Accepted 24.07.2017

### Öz

*Enerji içeceği kullanımı genç nüfusta özellikle son yıllarda artış göstermektedir. Bu tür içeceklerin sağlığa faydalarının yanı sıra zararları da bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’deki enerji içeceği kullanım sıklığını belirlemektir. Bu amaçla Türkiye’de enerji içeceği kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar derlenerek klasik ve Bayesci meta-analizi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Bayesci yaklaşımın daha kesin sıklık tahmin değeri verdiği saptanmıştır.*

**Anahtar kelimeler:** Bayes, Enerji içeceği, Meta-analizi, Prevelans, Sıklık

## Determination of Energy Drink Consumption in Turkey by Classical and Bayesian Meta-analysis methods

### Abstract

*The consumption of energy drinks has increased in recent years, especially among the young population. In addition to the health benefits of such beverages, they also have damages. The aim of this study is to determine the frequency of energy drink consumption in Turkey. For this purpose, studies on energy drink consumption in Turkey have been compiled and analyzed by classical and Bayesian meta-analysis. As a result of the analysis, the Bayesian approach was found to give a more accurate frequency estimation value.*

**Keywords:** Bayesian, Energy drink, Meta-analysis, Prevalence, Frequency

### 1. Giriş

Enerji içecekleri, ilk olarak 1949’da şekerli sodalara alternatif olması için Amerikalı bilim adamı Enuf tarafından tanıtılan vitamin ve şeker içerikli içeceklerdir. 1960’lı yıllarda Asya ve Avrupa’da kullanılmaya başlanmıştır (Reissig vd. 2009). Türkiye’de 2006 yılındaki yasal düzenlemeye kadar içerdiği yüksek kafein nedeniyle yasak olan enerji içecekleri,

içeriğindeki kafein miktarının 150 mg/l aşmaması koşulu ile (Türk Gıda Kodeksi Enerji İçecekleri Tebliği, 2006) günümüzde marketlerdeki raflarda yaklaşık 42 marka ile yer almaktadır (Dikici vd. 2012).

Yapılan araştırmalarda fazla enerji içeceği tüketiminin kalp ritim bozukluğu, migren, kaygı

\* Esin AVCI, esinavci@hotmail.com, Tel: (0454) 310 53 63

bozukluğu, uykusuzluk, diğer ilaçlar ile etkileşim ve bağımlılık yarattığı saptanmıştır (Menci vd. 2013, Alsene vd. 2003, Arria 2011, Usman ve Jawaid 2012, Harb vd. 2016, Svatikova vd. 2015).

Türkiye'nin farklı şehirlerinde enerji içeceklerinin kullanımı ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Attila ve Çakır (2010) Hacettepe'de eğitim gören üniversite öğrencilerinin enerji içeceği tüketme sıklıklarını ve etki eden faktörleri incelemişlerdir. Hıdıroğlu vd. (2013) Marmara Üniversitesi Tıp öğrencilerinin enerji içeceği tüketim sıklıklarını, alkol ve sigara ile birlikte kullanımının yan etkisi hakkında bilgi sahibi olma durumlarını incelemişlerdir. Arpacı vd. (2010) Ankara'da bulunan üç Üniversitenin Beden Eğitimi öğrencileri üzerine yaptığı araştırmada, öğrencilerin enerji ile spor içecekleri arasında ayırım yapabilme durumunu ve bilgisini ele almışlardır. Kayapınar ve Özdemir (2016) Honaz meslek yüksekokulu öğrencilerinin enerji içeceği hakkında bilgilerini ve tüketim alışkanlıklarını incelemişlerdir. Bahadır (2013) Tıp uzmanlık tezinde Trakya üniversitesinde eğitim gören üniversite öğrencilerinin enerji içeceği tüketim özellikleri ve alkol-madde kullanımının heyecan arama ile ilişkisini incelemiştir. Bulut vd. (2014) Karadeniz Teknik üniversitesindeki öğrencilerin enerji içeceği tüketme durumu ve nedenleri üzerine araştırma yapmışlardır. Evren ve Evren (2015) İstanbul'da okuyan 10. Sınıf öğrencilerinin enerji içeceği tüketme sıklığı ve etki eden faktörleri incelemişlerdir. İşçioğlu vd. (2010) Ege üniversitesi öğrencilerinin enerji içeceği tüketimini ve bu tüketime etki eden faktörleri incelemişlerdir. Farklı örneklem hacmi ve şehirlerde yapılan bu çalışmalarda, farklı enerji tüketim sıklığı elde edilmiştir. Bu çalışmalar bölgesel olarak yapılan çalışmalar olup, Türkiye geneli için enerji içeceği tüketim sıklığının belirlenmesi ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır.

Bilimsel literatürün artmasıyla, araştırmacının okuduğu bilgileri derlemesi ve yorumlaması sorun haline gelmiştir. Sözel incelemeler, araştırmacıların kriterleri ve güvenilirlik-

geçerlilik farklılıkları nedeniyle verilerin derlemesinde gerçek bir teknik sunamamaktadır. Bu nedenle bu yöntem geçersiz sayılmıştır. Bu durum bilim insanlarını, bilgileri metodolojik bir yolla sentezleyen bir yöntem araştırmaya yönlendirmiştir. Meta-analizi, bağımsız ve karşılaştırılabilir çalışmaları birleştiren ve özetleyen bir yöntemdir. Bu analiz, her bir çalışmadan elde edilen etki büyüklüklerini tek bir istatistik ile özetlemektedir. Meta-analizin avantajlarından biri örneklem hacmini büyütmesidir (Borenstein vd., 2009). İlk meta-analizi, tifo aşısı ile ilgili bağımsız çalışmaları sentezlemek için 1904 yılında Karl Pearson tarafından uygulanmıştır. Smith ve Glass (1977), Psikoterapinin etkililiğini belirlemek için yaklaşık 400 çalışmayı meta-analizi ile birleştirmişlerdir. Rosenthal (1994) materyal algılamada deneyimsel etkileri incelemek için 345 çalışmayı incelemiştir. Gully vd. (2002) ekip etkinliğinin ve ekip potansiyelinin performans ile pozitif yönde ilişkili olup olmadığını belirlemek için yapılan 67 çalışmayı incelemişlerdir. Chen vd. (2011) HIV'li olan hastalara Hepatit B ve Hepatit C görülme sıklığını (prevelans) incelemişlerdir. Mitchell vd. (2011) depresyon, anksiyete bozukluğu ve uyum bozukluklarının görülme sıklıklarını (prevalans) incelemişlerdir.

Meta-analizi bilim insanlarının 1980'lerden sonra geliştirmesiyle istatistiksel bir teknik haline gelmiştir (Cooper 1998, Cooper ve Hedges 1994, Hedges ve Olkin 1985, Light ve Pillemer 1984).

Bu çalışmanın amacı, meta-analizin sıklıklar (frekanslar, insidans, prevelans) için klasik ve Bayesci yöntemle uygulamasının gösterilmesi ve Türkiye'deki enerji içeceği tüketme sıklığının bu yöntemlerle incelenmesidir.

## 2. Gereç ve Yöntem

### 2.1. Sıklık için Klasik Meta-analizi Yöntemi

Meta-analizi, bağımsız ve karşılaştırılabilir çalışmalardan elde edilen etki büyüklüklerini

birleştiren ve özetleyen bir yöntemdir. Etki büyüklüğü bir meta-analizin temel birimidir ve iki değişken arasındaki ilişkinin ya da uygulama etkisinin büyüklüğünü yansıtan bir değerdir. Her bir çalışma için etki büyüklükleri hesaplanmaktadır (Borenstein vd. 2009).

Çalışmalarda raporlanan istatistiklere göre meta-analiz yöntemi değişmektedir. Raporlanan istatistiklerin ortalama ve standart sapma olarak verilmesi halinde ortalama farkları, risk şeklinde verilmesi halinde ise risk farkı, korelasyon olarak verilmesi halinde korelasyon ve sıklık olarak verilmesi halinde sıklık olarak birleştirilip etki büyüklüğü hesaplanmaktadır (Borenstein vd. 2009). Literatürde meta-analiz ile ilgili yayınlanan çalışmaların çoğunluğunu, ortalama, risk ve korelasyon oluşturmaktadır. Sıklık verileri için meta-analizi son yıllarda yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Özellikle Tıp alanında; hastalıkların sıklık, insidans ve prevelansların araştırılmasında kullanılmaktadır (Barendregt vd. 2013).

Meta analizinde genel olarak iki model söz konusudur: sabit ve rasgele etki modeli. Çalışmaların yayınlanmış literatürden elde edilmesi halinde rasgele etki modelinin kullanılması daha uygundur. Sabit etki modeli Eşitlik (1)'deki gibi verilmiştir. Çalışmalar arası gözlenen tüm farklılıkların örneklem hatasından kaynaklandığı varsayılmaktadır.

$$T_i = \theta + \varepsilon_i \quad (1)$$

Burada,  $T_i$ , i. çalışma için etki büyüklüğü,  $\theta$  sabit etki büyüklüğü ve  $\varepsilon_i$  hata terimidir. Sabit etki modelinde etki büyüklüğü, analize dahil edilen her bir çalışmanın ağırlığı ile ağırlıklandırılarak ağırlıklı ortalama değeri hesaplanarak elde edilir. Her bir çalışmanın ağırlığı, varyansın çarpımına göre tersidir.

$$w_i = \frac{1}{v_i} \quad (2)$$

Rasgele etki modelinde ise; çalışmalar arasındaki farklılığın örneklem hatasının yanı sıra, çalışma deseni, çalışılan kitle vb. farklılıklardan kaynaklandığı varsayılmaktadır. Rasgele etki modeli Eşitlik (3)'deki gibi verilmiştir. Birleştirilmiş etki, tahmin edilen

etki dağılımının ortalama değeridir (Borenstein vd. 2009).

$$T_i = \theta_i + \varepsilon_i \quad (3)$$

Burada,  $T_i$ , i. çalışma için etki büyüklüğü,  $\theta_i$ , i. çalışmadaki gerçek etki büyüklüğü ve  $\varepsilon_i$  hata terimidir. Rasgele etki modelinde etki büyüklüğü sabit etki modelindeki gibi hesaplanır. Ancak her bir çalışmanın etki büyüklüğüne ait varyans, sabit ve rasgele ( $\tau^2$ ) etki varyanslarının toplamı olarak hesaplanmaktadır.

$$w_i^* = \frac{1}{v_i^*} = \frac{1}{v_i + \tau^2} \quad (4)$$

Sıklık (prevelans) bir oran olup; bir olayın birim zaman içinde hangi sıklıkla, kaç defa tekrarlandığını ölçmektedir. Sıklığın iki özelliği bulunmaktadır; birincisi, her zaman 0 ile 1 arasında değer almasıdır. İkincisi, alt kategoriler toplamı her zaman 1'e eşittir. Bu nedenle sıklıkların Binom dağılımına sahip oldukları varsayılır (Barendregtvd. 2013). Birleştirilmiş sıklık, sabit/rasgele etki modelde her çalışmanın varyansının tersi ile ağırlıklı ortalamasıdır (DerSimonian ve Larid, 1986).

Sıklık verilerinin modellenmesinde üç yaklaşım kullanılmaktadır. En çok kullanılan yaklaşım normal dağılım yaklaşımıdır. Diğer iki yaklaşım ise logit ve çift arcsinüs dönüşümleri kullanılarak elde edilen yaklaşımdır (Nyaga vd. 2014).

Normal dağılım yaklaşımında sıklık varyansı,

$$Var(p) = \frac{p(1-p)}{N} \quad (5)$$

Burada p, sıklık oranıdır ve N kitle büyüklüğü olmaktadır. Birleştirilmiş sıklık aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır;

$$p = \frac{\sum_i \frac{p_i}{var(p_i)}}{\sum_i \frac{1}{var(p_i)}} \quad (6)$$

Standart hata;

$$SH(p) = \sum_i \frac{1}{var(p_i)} \quad (7)$$

Birleştirilmiş sıklık için güven aralığı;

$$p \mp Z_{\alpha/2} SH(p) \quad (8)$$

Burada  $Z_{\alpha/2}$ , belirlenen güven düzeyindeki standart normal dağılım değeridir.

Sıklık değerleri 0.5 etrafında değer aldığı anda birleştirilmiş sıklığın, varyansın tersi ile ağırlıklı ortalaması şeklinde hesaplanması doğru sonuç vermektedir. Ancak sıklık değerlerinin 0 veya 1'e yaklaşması durumunda yani çok küçük veya büyük değer alması varyans değerinin 0'a doğru yoğunlaşmaktadır. Bu durumda etki büyüklüğünün dağılımını normalleştirmek için sıklıkların doğal logaitması (log) alınarak birleştirilmiş sıklık elde edilir (DerSimonian ve Larid, 1986, Zhang vd. 2011, Horikawa vd. 2011). Meta-analizi uygulandıktan sonra uygulanan dönüşümler sıklığa dönüştürülmelidir (Zhang vd. 2011). Sıkça kullanılan logit dönüşümü, oranın 0 ve 1 arasında yer almasını sağlasa da varyansın sabitlenmesini sağlamamaktadır. Barendregt vd. (2013) varyansın sabitlenmesi için çift arcsin dönüşümü önermişlerdir. Bu dönüşüm hem logit dönüşümünden daha tercih edilmekte hem de çok kategorili sıklık için de uygulanmaktadır.

Meta-analizinde heterojenlik olması durumunda çalışmalar arasındaki farklılığın sadece örneklem hatasından kaynaklanmadığı söylenebilir. Bu nedenle sabit etki modeli yerine rasgele etki modeli kullanılmalıdır. Rasgele etki modeli, gözlenen varyansın normal dağılıma sahip olduğunu ve her bir çalışmanın bu dağılımdan rasgele çekildiğini varsaymaktadır (DerSimonian ve Larid, 1986). Buna göre heterojenlik, çalışmalar içindeki hatanın gözlenen varyansa oranı olarak tanımlanmaktadır (Borenstein vd. 2009). Üç farklı heterojenlik kaynağı bulunmaktadır; klinik çalışmalar, istatistiksel ve diğer kaynaklardan kaynaklanan farklılıklar (Rücker vd. 2008). Heterojenlik, Cochrane Q,  $I^2$  ve  $\tau^2$  istatistikleri ile değerlendirilmektedir. Q istatistiği, tüm çalışmaların aynı etkiye ve  $\chi^2$  dağılımına sahip olduğunu varsaymaktadır.  $I^2$  İstatistiği, gözlenen dağılımların gerçekteki oranıdır.

Birçok çalışma  $I^2$  değerinin %25, %50 ve %75 olmasını sırasıyla az, orta ve yüksek heterojenliğin belirteci olarak ele almaktadır.  $\tau^2$ , gerçek etkilerin varyansdır ve aynı ölçümdeki etkilerin varyansıyla aynıdır (Borenstein vd. 2009). Heterojenliği gidermek için alt grup analizi, farklı ölçek ya da etki büyüklüğü, rasgele etki modeli veya meta-regresyon analizi tercih edilebilir.

Meta-analizinde sonuçların görsel olarak daha iyi anlaşılmasını sağlayan grafiklerden biri forest grafiğidir. Bu grafikte her çalışmanın etki büyüklüğü, %95 güven aralıkları, ağırlıklar ve birleştirilmiş etki büyüklüğü gösterilmektedir. Bu grafik, her çalışmanın tahminleri arasındaki değişkenlik hakkında bilgi verir (Sutton vd. 2000).

Yayın yanlılığının test edilmesinde her çalışmanın etki büyüklüğünün standart sapmasına karşı çizilmesiyle elde edilen Begg ve Mazumdar'ın (1994) funnel grafiğinin yanı sıra; Egger vd. (1997) lineer regresyona dayanan test istatistiğinden, sıklığın çok küçük değer aldığı veya tüm çalışmaların aynı örneklem büyüklüğüne sahip olması halinde Harbord vd. (2006) test istatistiğinden ya da varyans ve etki büyüklüğünün korelasyonuna dayanan Begg ve Mazumdar'ın (1994) test istatistiğinden yararlanılabilir.

Farklı model varsayımına ve etki büyüklüğüne göre birçok meta-analiz yöntemi vardır. Sabit etki modeli ve etki büyüklüklerinin oran olduğu meta-analizinde Mantel-Haenszel, Peto ve Ters varyans-ağırlıklı yöntemleri kullanılırken, rasgele etki modeli ve etki büyüklüğünün oran ve ortalama olması durumunda DerSimonian-Laird yöntemi kullanılmaktadır (Borenstein vd. 2009).

## 2.2. Sıklık için Bayesci Meta-analiz Yöntemi

Klasik yaklaşıma göre bir kitleyi ya da olasılık dağılımını şekillendiren parametreler sabittir. Bayesci yaklaşıma göre ise bu parametreler birer rasgele değişkendir ve dolayısıyla birer olasılık dağılımına uymaktadırlar.

Bayesci yaklaşımının temeli Bayes teoremine dayanmaktadır. Bilinmeyen  $\theta$  parametresine ait olasılık fonksiyonu  $p(\theta)$  ise,  $\theta$  parametrelili dağılımdan gözlenen değerlerinin bileşik olasılık dağılımı bir anlamda koşullu bir olasılık fonksiyonu olur ve  $p(y|\theta)$  şeklinde yazılabilmektedir. Bu durumda  $y$  verildiğinde ya da gözlendiğinde  $\theta$ 'nın sonsal dağılımı aşağıdaki gibi ifade edilir (Bolstad 2007).

$$p(\theta|y) = \frac{p(y|\theta)p(\theta)}{\sum_{\theta} p(y|\theta)p(\theta)} \quad (9)$$

Bu ifade literatürde ters olasılık ilkesi (principle of inverse probability) olarak da geçmektedir. Burada  $p(\theta)$  önsel dağılım,  $p(y|\theta)$  örneklem bilgisini gösteren olabilirlik fonksiyonu ve  $\sum_{\theta} p(y|\theta)p(\theta)$  terimi normalleştirme sabiti olarak adlandırılır. Normalleştirme sabiti ihmal edildiğinde;

$$p(\theta|y) \propto p(y|\theta)p(\theta) \quad (10)$$

elde edilir.  $\propto$  simgesi orantısallığı belirtmektedir.

Bayesci yaklaşımın en önemli avantajlarından biri, tüm belirsiz olan değişim kaynakları için hesaplama yapabilmesidir. Klasik analizde çoğu zaman her bir parametre için elde edilen standart sapma ve güven aralığı varyans bileşeninin bilindiği varsayımına dayanarak hesaplanırken, Bayesci yaklaşımda standart sapma ve güven aralığı sonsal dağılımdan hesaplanmaktadır (Whitehead 2002).

Bayesci yaklaşımda karşılaşılan problemlerden birisi sonsal dağılımdan çıkarsamalar yapabilmek için karmaşık

$$p(\theta|y) \propto p(y|\theta)p(\theta) \propto \binom{n}{y} \theta^y (1 - \theta)^{n-y} \times \theta^{a-1} (1 - \theta)^{b-1} \propto \theta^{y+a-1} (1 - \theta)^{n-y+b-1} \quad (13)$$

Önsel dağılımlar, “bilgi verici olmayan” ve “bilgi verici” olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Bilgi verici olmayan önsel dağılım kullanıldığında sonsal dağılımda örneklem bilgisini içeren veriler daha fazla ağırlıklandırılırken, bilgi verici önsel dağılımda daha az ağırlıklandırılmış olur (Bolstad 2007). Beta dağılımına ait  $a$  ve  $b$  parametrelerinin değerleri

integral hesaplarının yapılmasıdır. Ancak son yıllarda geliştirilen simülasyon yöntemleriyle bu sorun çözülmüştür. En çok kullanılan simülasyon yöntemleri Markov Zinciri Monte Carlo (MCMC), Metropolis algoritması ve Gibbs örneklemesidir (Bolstad 2007).

Meta-analizinin Bayesci yaklaşımında,  $\theta_i$  i. çalışmadaki gerçek etki büyüklüğü rasgele değişken olmaktadır. Bu nedenle,  $\theta_i$  için olasılık dağılımı söz konusu olmaktadır.

Seçilen önsel dağılım ile sonsal dağılımın aynı fonksiyonel yapıya sahip olması hesaplama kolaylığı sağlamaktadır. Bu tür önsel dağılımlara “eşlenik” adı verilmektedir (Bolstad 2007).

Sıklık  $\theta$  ile gösterilirse; 0 ile 1 aralığında sürekli değerler alan her bir  $\theta$  değeri için olasılık yoğunluk fonksiyonu (önsel dağılım) olarak Uniform (0,1) (beta(1,1)), Jeffrey (beta (0.5,0.5)) ve Beta(a,b) önsel dağılımları seçilebilir.  $\theta$  için önsel dağılımın beta dağılım seçilmesi, sonsal dağılımın farklı parametrelili beta dağılıma uymasını sağlamaktadır. Bu nedenle beta dağılımı  $\theta$  için eşlenik bir önsel dağılımdır. Örneklem bilgisini gösteren olabilirlik fonksiyonu Binom ( $n$ ,  $\theta$ ) ile tanımlanmaktadır (Bolstad 2007).

$$p(y|\theta) = \binom{n}{y} \theta^y (1 - \theta)^{n-y} \quad (11)$$

Beta önsel dağılımı için sonsal dağılım aşağıdaki gibi elde edilmektedir.

$$p(\theta) = \theta^{a-1} (1 - \theta)^{b-1} \quad (12)$$

değiştikçe bilgi verici ve bilgi verici olmayan önsel dağılımlar oluşturulmaktadır. Sırasıyla  $a$  ve  $b$ 'ye 1 değeri verilmesi durumunda (Uniform (0,1) dağılımı ile eşdeğerdir);  $\theta$ 'nın (0,1) aralığında herhangi bir değeri eşit olasılıkla alabilmesi nedeniyle bilgi verici olmayan önsel dağılımı vermektedir. Ele alınan  $a$  ve  $b$  değerlerinin 0.5 olması duru-

munda;  $\theta$ 'nın uç değerleri alma olasılığının ortadaki değerleri alma olasılığından daha yüksek olduğunu belirtmesi nedeniyle düşük bilgi verici önsel dağılım olarak adlandırılır. Son olarak a ve b değerlerinin 1 ve 0.5'den daha büyük ve eşit değerler alması  $\theta$  hakkında daha güçlü bilgi sahibi olmayı sağlamaktadır. Bu durumda  $\theta$ 'nın (0,1) aralığında ortadaki değerleri daha büyük olasılıkla aldığını ve gerçekleşme ile gerçekleşmeme olasılığının eşit olduğunu vurgulamaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye'deki enerji içeceği tüketim sıklığını belirlemek için Bayesci meta-analizi üç farklı önsel dağılımı için uygulanmış ve klasik meta-analizi ile sonuçları karşılaştırılmıştır.

### 3. Bulgular

Türkiye'deki enerji içeceği tüketim sıklığının saptanması için Ocak 2017'de MEDLINE, Cochrane, EMBASE veri tabanlarından,

“Energy drink”, “Consumption of energy drink”, “enerji içeceği”, “enerji içeceği tüketimi” anahtar kelimeleri ile tarama yapılmıştır. Enerji tüketiminde araştırmacı kontrolü olması ve gerçek tüketim sıklığının belirlenmesinde yanlılığa sebep olacağı gerekçesiyle vaka-kontrol çalışmaları, fareler üzerine yapılan deneysel çalışmalar, kimyasal içerik ile ilgili çalışmalar, sıklık şeklinde raporlanmayan ve İngilizce ile Türkçe dışında yayımlanan çalışmalar kapsam dışına alınmıştır. Enerji içeceği üzerinde Türkiye'de yapılan anket çalışmaları meta-analizine dahil edilmiştir. Toplamda 1095 çalışma incelenmiş ve 8 tanesi istenen kriterlere uymuştur. Meta-analizine dahil edilen çalışmalar ve her bir çalışmaya ait örneklem büyüklükleri, enerji içeceği tüketen birey sayısı ile çalışmanın yapıldığı yer ve yayımlanma bilgisi Tablo 1'de verilmektedir. Tüm istatistiksel analizler R programında “meta” ve “MCMCpack” paketleri kullanılarak yapılmıştır.

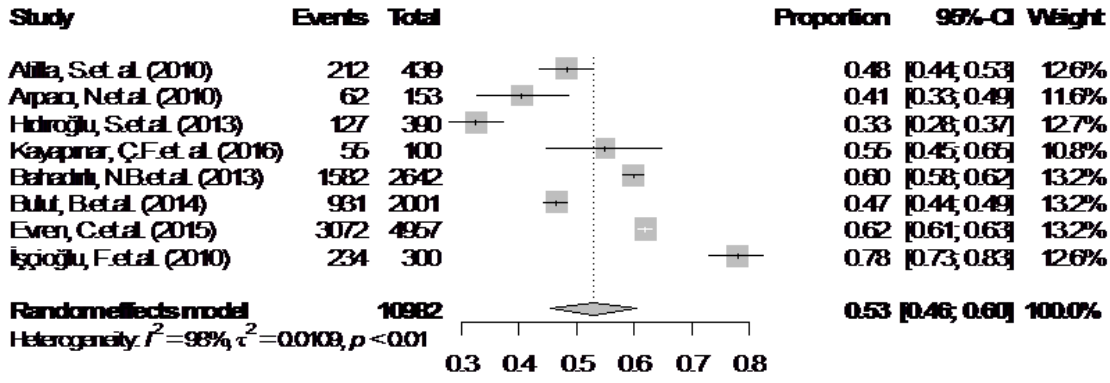
**Tablo 1.** Meta-analizine alınan çalışmaların bilgisi

No	Çalışma	Örneklem Hacmi	Enerji İçeceği Tüketen Birey Sayısı	Yer	Yıl
1	Atila, S. vd.	439	212	Ankara	2010
2	Arpacı, N. vd.	153	62	Ankara	2010
3	Hıdıroğlu, S. vd.	390	127	İstanbul	2013
4	Kayapınar, Ç.F. vd.	100	55	Denizli	2016
5	Bahadırlı, N.B. vd.	2642	1582	Edirne	2013
6	Bulut, B. vd.	2001	931	Trabzon	2014
7	Evren, C. vd.	4957	3072	İstanbul	2015
8	İşçioğlu, F. vd.	300	234	İzmir	2010
<b>Toplam</b>		<b>10982</b>	<b>6275</b>		

Bu çalışmalardan enerji tüketim sıklığı incelenmiştir. Sıklıkların 0.5 etrafında değerler almasından dolayı birleştirilmiş sıklığın hesaplanmasında normal dağılım yaklaşımı ve çalışmaların yayımlanmış literatürden elde edilmesinden dolayı rasgele etki modeli kullanılmıştır. Şekil 1'de uygulanan meta-analizi sonucunda elde edilen forest grafiği gösterilmiştir.

Forest grafiğinden örneklem hacminin 100 ile 4957 arasında değiştiği gözlenmiştir. Her bir çalışma için çizilen kutuların büyüklüğü, doğrudan ilgili çalışmanın meta-analizindeki

ağırlığı ile ilişkilidir. Kutulardan geçen çizgiler ise güven aralığını göstermektedir. Dar güven aralığı kesinliği göstermektedir. Dördüncü ve beşinci sütun, etki büyüklüğü ve güven aralığını göstermektedir. Son sütun ise her bir çalışmanın ağırlığını yüzdelik olarak göstermektedir. Ağırlıklandırmanın 10.8 ile 13.2 arasında değiştiği görülmektedir. Genel etki büyüklüğü üzerinde her bir çalışmanın ağırlığı ya da etkisi, örneklem hacmi ve güven aralığının ifade ettiği kesinlikle belirlenmektedir. Grafikte elmas biçimi, genel etki büyüklüğünü göstermektedir.



Şekil 1. Meta-analiz sonucunda elde edilen forest grafiği

Elmasın genişliği genel güven aralığına bağlı olarak değişmektedir. Genel etki büyüklüğü 0.53 ve güven aralığı (0.46; 0.60) olarak elde edilmiştir. Türkiye’deki enerji içeceği tüketim sıklığının % 53 olduğu saptanmıştır. Grafiğin en sonunda ise, en güvenilir Heterojenlik test istatistiği olan ( $I^2$ ) verilmiştir.  $I^2$ ’nin %98 olması yüksek heterojenliği ve  $p<0.01$  olması istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmektedir.

Yayın yanlılığının testinde Egger’ın lineer regresyona dayanan test istatistiğinden ( $p=0.36>0.05$ ) elde edilmiştir. Bu nedenle yayın yanlılığının olmadığı söylenebilmektedir.

Sıklık değerinin Bayesci yaklaşım ile elde edilmesi için sırasıyla olabilirlik ve önsel dağılımların belirlenmesi gerekir. Meta-analizi ile birleştirilmiş çalışmalardan 10982 katılımcıdan 6275 katılımcının ortak enerji içeceği tüketim sıklığı için olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibi verilmektedir.

$$p(y|\theta) \propto \prod_{i=1}^8 \theta^{y_i} (1 - \theta)^{n_i - y_i} \propto \theta^{6275} (1 - \theta)^{4707} \quad (14)$$

Sıklık için önsel dağılımlar sırasıyla Uniform (0,1) veya Beta (1,1), Jeffrey (Beta (0.5,0.5)) ve enerji içeceği tüketme ile tüketmeme sıklığının eşit olduğu varsayımı altında a ve b değerinin 5491’e eşit olduğu Beta(a,b) önsel dağılımları seçilmiştir.

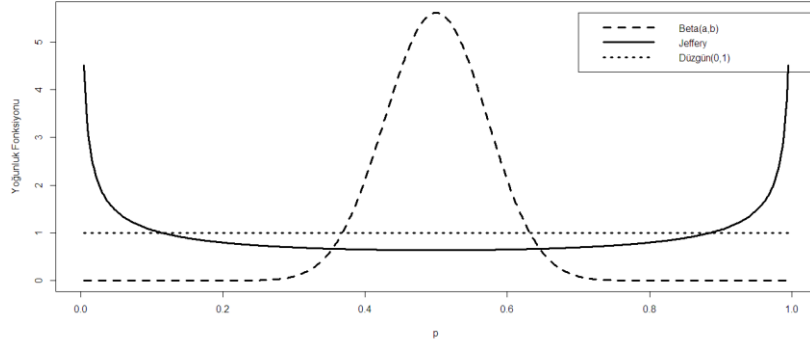
Önsel dağılımların grafiği Şekil 2’de verilmiştir.

Sıklık için sonsal dağılım, olabilirlik fonksiyonu ile önsel dağılımın birleştirilmesiyle elde edilmektedir. MCMC yöntemi kullanılarak yakınsama 1000 iterasyonda sağlanmış ve Burn (yakma) periyodu olarak kullanılmıştır. Olası yanlılığı azaltılmak amacıyla uygulanan Burn (yakma) periyodu çıkarıldıktan sonra 4000 iterasyon sonunda elde edilen her bir önsel dağılım için sonsal dağılımlar Şekil 3’te gösterilmiştir.

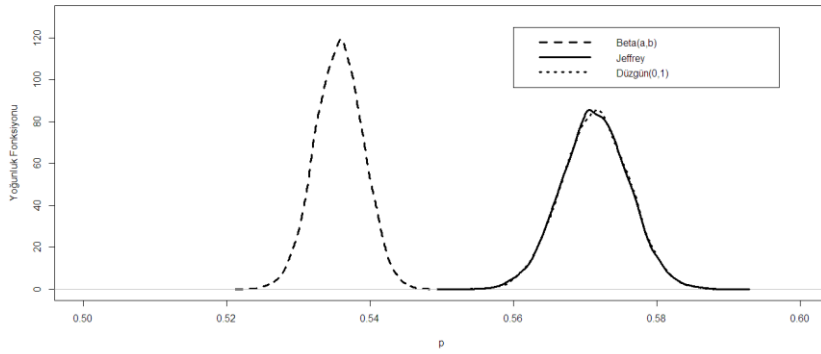
Sonsal dağılım grafiğinden bilgi verici olmayan düzgün ve az bilgi verici olan Jeffery önsel dağılımlarının benzer sonsal dağılım gösterdiği, enerji içeceği tüketme ve tüketmeme olasılığının eşit varsayıldığı önsel dağılımın ise diğerlerinden oldukça farklı bir dağılım özelliğine sahip olduğu görülmektedir.

Seçilen her bir önsel dağılım için yakınsamanın sağlandığını gösteren iz ve sonsal yoğunluk grafiği Şekil 4’te verilmiştir.

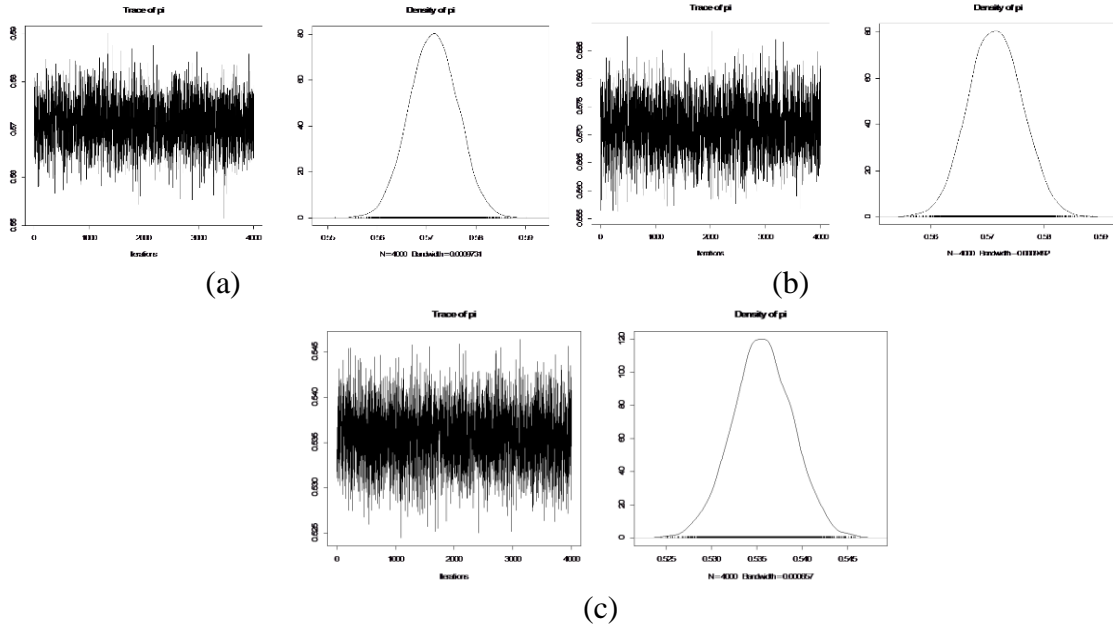
Şekil 4’teki yakınsama grafikleri incelendiğinde; iz grafiklerinin oldukça fazla ve sık salınım göstermesi yakınsamaların hızlı bir şekilde gerçekleşmesini, Kernel yoğunluk grafiklerinin ise, çan şeklinde oluşan görünümü sonsal dağılımlara yakınsamayı göstermektedir.



Şekil 2. Önsel dağılımların grafiği



Şekil 3. Sonsal dağılımların grafiği



Şekil 4. Sıklığın yakınsama grafiği. (a) Uniform (0,1), (b) Jeffery, (c) Beta (a,b)



Enerji içeceği tüketim sıklığı için uygulanan klasik ve Bayesci analiz sonuçları Tablo 2’de verilmektedir. Tablo 2’den bilgi verici (tüketim-tüketmemeye eşit olasılık verilmesi

halinde) önsel dağılım kullanılarak elde eden sonsal dağılımdan tahmin edilen sıklığın en dar, klasik yöntemden tahmin edilen sıklığın ise en geniş aralığı verdiği görülmektedir.

**Tablo 2.** Klasik ve Bayesci analiz sonuçları

Yöntem	Sıklık Tahmini	Alt sınır	Üst Sınır	Üst sınır-Alt sınır
<b>Klasik</b>	0.53	0.46	0.60	0.14
<b>Bayes (U(0,1))</b>	0.57	0.56	0.58	0.02
<b>Bayes (Beta(1/2,1/2))</b>	0.57	0.56	0.58	0.02
<b>Bayes (Beta (5491,5491))</b>	0.54	0.53	0.54	0.01

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada klasik ve Bayesci meta-analiz yöntemleriyle Türkiye’deki enerji içeceği tüketim sıklığı belirlenmeye çalışılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan karşılaştırma sonucunda farklı önsel dağılımlar kullanılarak elde edilen Bayesci meta-analizin klasik yöntemden daha dar tahmin aralığı verdiği saptanmıştır.

Bayesci yaklaşımın klasik yöntemle göre en önemli avantajlarından biri, tüm belirsiz olan değişim kaynakları için hesaplama yapabilmesidir. Son yıllarda gelişen simülasyon algoritmaları ile Bayesci yaklaşım için gerekli karmaşık integral işlemlerinin hesaplanması kolaylaşmıştır.

Türkiye’nin enerji içeceği tüketimi, klasik yöntemde %53 (0.46;0.60) olarak elde edilmiştir. Bayesci yaklaşımda bilgi verici olmayan önsel dağılım uniform(0,1) ve az bilgi verici olan Jeffery önseli kullanıldığında sıklık %57 (0.56;0.58), tüketim ve tüketmeme olasılığı eşit olarak alındığı beta(5491,5491) önseli için %54 (0.53;0.54) olarak elde edilmiştir. Üç farklı önsel dağılım için sıklığın sonsal dağılımı 1000 iterasyonda hızlı bir yakınsama göstermiştir. En dar tahmin aralığı veren eşit olasılıklı beta önsel dağılımına göre enerji içeceği tüketiminin %54 olduğu söylenebilmektedir.

#### 5. Kaynaklar

Alsene, K., Deckert, J., Sand, P., De Wit, H., 2003. Association Between A2a

Receptor Gene Polymorphisms and Caffeine - Induced Anxiety, *Neuropsychopharmacology*, 28, 1694-1702.

Arpacı, N., Tosun, S., Ersoy, G., 2010. Sports and Energy Drink Consumption of Physical Education & Sports Students’ and Their Knowledge About Them, *Ovidius University Annals, Physical Education and Sport/Science, Movement and Health Series*, 10 (Suppl 2), 732-736.

Arria, A.M., O’Brien, M.C., 2011. The “High” Risk of Energy Drinks, *The Journal of the American Medical Association*, 305(6), 600-601.

Attila, S., Çakır, B., 2011. Energy-Drink Consumption in College Student and Associated Factors, *Nutrition*, 27, 316-322.

Barendregt, J.J., Doi, S.A., Lee, Y.Y., Norman, R.E., Vos, T., 2013. Meta-Analysis of Prevalence, *Epidemiol Community Health*, 67, 974-978.

Bahadırlı, N.B., 2013, Üniversite Öğrencilerinde Enerji İçeceği Tüketiminin Alkol-Madde Kullanımına Etkisi ve Dürtüsellikle İlişkisi. Tıpta Uzmanlık. Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi. Trakya, 40s.

Begg, C.B., Mazumdar, M., 1994. Operating Characteristics of a Rank Correlation

- Test for Publication Bias, *Biometrics*, 50(4), 1088-101.
- Bolstad, W.M., 2007. Introduction to Bayesian Statistics, Wiley-Interscience, UK.
- Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J.P.T., Rothstein, H.R., 2009. Introduction to Meta-Analysis, Chichester: Wiley, UK.
- Bulut, B., Beyhun, N.E., Topbaş, M., Çan, G., 2014. Energy Drink Use in University Students and Associated Factors, *Journal of Community Health*, 39, 1004-1011.
- Chen, J.J., Yu, C.B., Du, W.B., Li, L.J., 2011. Prevalence of Hepatitis B And C in HIV-Infected Patients: A Meta-Analysis, *Hepatobiliary & Pancreatic Diseases International*, 10(2), 122-7.
- Cooper, H., 1998. Synthesizing Research. Thousand Oaks. CA:Sage.
- Cooper, H., Hedges, L.V., 1994. Handbook of Research Synthesis. Washington, DC: American Psychological Association.
- Dersimonian, R., Larid, N., 1986. Meta-Analysis in Clinic Trails, *Controlled Clinical Trials*, 7(3), 177-88.
- Dikici, S., Aydın, L.Y., Kutlucan, A., Ercan, N., 2012. Enerji İçecekleri Hakkında Neler Biliyoruz?, *Dicle Tıp Dergisi*, 39 (4), 609-613.
- Egger, M., Davey, S.G., Schneider, M., Minder, C., 1997. Bias in Meta-Analysis Detected By a Simple Graphical Test, *British Medical Journal*, 315(7109), 629-34.
- Evren, C. Evren, B., 2015. Energy-Drink Consumption and its Relationship With Substance Use and Sensation Seeking Among 10th Gradestudents in Istanbul, *Asian Journal Of Psychiatry*, 15, 44-50.
- Gully, S., Incalcaterra, K., Joshi, A., Beaubien, J., 2002. A Meta Analysis of Team Efficiency, Potency, Andperformance, *Journal Of Applied Psychology*, 87 (5), 819–832.
- Harb, J.N., Taylor, Z.A., Khullar, V., Sattari, M., 2016. Rarecause of Acute Hepatitis: A Common Energy Drink. *British Medical Journal Case Reports*.
- Harbord, R.M., Egger, M., Sterne, J.A., 2006. A Modified Test for Small-Study Effects in Meta Analyses of Controlled Trials With Binary Endpoints, *Statistics in Medicine*, 25(20), 3443-57.
- Hedges, L.V., Olkin, I., 1985. Statistical Method for Meta-Analysis. San Diego, CA: Academic Press.
- Hıdıroğlu, S., Tanrıover, O., Ünaldı, S., Sülün, S., Karavus, M., 2013. A Survey of Energy- Drink Consumption Among Medical Students. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 63(7), 842-5.
- Horikawa, C., Kodama, S., Yachi, Y., Heianza, Y., Hirasawa, R., Ibe, Y., 2011. Skipping Breakfast and Prevalence of Overweight and Obesity in Asian and Pacific Regions: A Meta Analysis, *Prevmed*, 53(4-5), 260-7.
- İşçiöğlü, F., Ova, G., Duyar, Y., Köksal, M., 2010. Üniversite Öğrencileri Arasındaki Enerji İçeceği Tüketimi ve Bilinci Araştırması, *Aca Food Journal*, 8(5), 6-11.
- Kayapınar, F.Ç., Özdemir, İ., 2016. Öğrencilerin Enerji İçeceği Tüketim Bilincinin ve Alışkanlıklarının Araştırılmasında Bir Meslek Yüksekokulu Örneği, *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 15(1), 1-12.
- Light, R.J., Pillemer, D.B., 1984. Summing Up: The Science of Reviewing Research. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Menci, D., Righini, F.M., Cameli, M., Lisi, M., Benincasa, S., Focardi, M.,

- Mondillo, S., 2013. Acute Effects of an Energy Drink on Myocardial Function Assessed By Conventional Echo-Doppler Analysis and By Speckle Tracking Echocardiography on Young Healthy Subject, *Journal Of Amino Acids*, 2013, 646-703.
- Mitchell, A.J., Chan, M., Bhatti, H., Halton, M., Grassi, L., Johansen, C., 2011. Prevalence of Depression, Anxiety, and Adjustment Disorder in Oncological, Haematological, and Palliative Care Settings: A Meta-Analysis Of 94 Interview-Based Studies, *The Lancet Oncology*, 12(2), 160-74.
- Nyaga, V. N., Arbyn, M., Aerts M., 2014. Metaprop: A Stata Command to Perform Meta-analysis of Binomial Data, *Archives of Public Health*, 72(39), 1-10.
- Reissig, C.J., Strain, E.C., Griffiths, R.R., 2009. Caffeinated Energy Drinks a Growing Problem, *Drug and Alcohol Dependence*, 99(1-3), 1-10.
- Rosenthal, R., 1994. Interpersonal Expectancy Effects. A 30-Year Perspective, *Current Directions in Psychological Science*, 3, 176-179.
- Rücker, G., Schwarzer, G., Carpenter, J.R., Schumacher, M., 2008. Undue Reliance on I<sup>2</sup> in Assessing Heterogeneity May Mislead, *BMC Medical Research Methodology*, 8, 79.
- Smith, M., Glass, G., 1977. Meta-Analysis of Psychotherapy Outcome Studies, *American Psychologist*, 32, 752-760.
- Sutton, A.J., Abrams, K.R., Jones, D.R., Sheldon, T.A., Song, F., 2000. Methods for Meta-Analysis in Medical Research, John Wiley & Sons.
- Svatikova, A., Covassin, N., Somers, K.R., Somers, K.V., Soucek, F., Kara, T., Bukartyk, J., 2015. A Randomized Trial of Cardiovascular Response to Energy Drink Consumption in Healthy Adults. *The Journal of the American Medical Association*, 314(19), 2079-82.
- Türk Gıda Kodeksi Enerji İçecekleri Tebliği. 2006.  
[Http://Www.Resmigazete.Gov.Tr/Eskiler/2006/10/20061004-15.Htm](http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2006/10/20061004-15.htm)
- Usman, A. Jawaid, A., 2012. Hypertension in A Young Boy: An Energy Drink Effect, *BMC Research Notes*, 5, 591.
- Whitehead, A., 2002. Meta-Analysis of Controlled Clinical Trails, John Wiley&Sons, UK.
- Zhang, M.W., Ho, R.C., Cheung, M.W., Fu, E., Mak, A., 2011. Prevalence of Depressive Symptoms in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Systematic Review, Meta-Analysis and Meta-Regression, *General Hospital Psychiatry*, 33(3), 217-23.