



Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (3):457-470
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1030261>

Hüseyin Cem GÜLER^{1*}

Çiğdem ŞEREMET TUĞALAY²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 65080, Tuşba, Van, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

* Corresponding author (Sorumlu yazar):
cemguler@yyu.edu.tr

Anahtar sözcükler: Etlik piliç, kesim, meta-analiz, stres, taşıma

Keywords: Broiler, slaughter, meta-analysis, stress, transport

Etlik piliçlerde taşıma stresinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi: meta-analiz

Determination of the effect of transport stress on breast meat quality traits in broilers: a meta-analysis

Received (Alınış): 01.12.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 23.02.2022

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, mevcut konudaki çok sayıda deneysel çalışmanın sonuçlarının sentezlenerek, taşıma stresinin bazı et kalite özellikleri üzerindeki gerçek etkisinin meta-analizi ile belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem: Çalışmaya esas oluşturacak makalelerin seçimi, Google Akademik veri tabanı kullanılarak sistematik bir literatür taraması yoluyla belirlenmiş ve seçme kriterlerini karşılayan toplam 13 makale meta-analize dahil edilmiştir. Arama sadece tek bir tür (etlik piliç) olarak sınırlandırılmış ve diğer kanatlı türleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Taşıma stresi ve kontrol grubu arasındaki farkın önemliliğinin belirlenmesi amacıyla etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışmalar arasındaki heterojenliğin belirlenmesinde Q istatistiği kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Tahminlenen etki büyüklüğü değerleri için anlamlı farklılık damla kaybında saptanmış olup, rastgele modele göre belirlenen etki büyüklüğü istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) ve orta düzeye yakın ($EB_{DK} = 0.416$) olarak belirlenmiştir.

Sonuç: Araştırma sonuçları, etlik piliçlerin kesim öncesi farklı süre ya da mesafelerde taşıma stresine maruz kalmalarının göğüs eti kalite özellikleri üzerinde, damla kaybı hariç, önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Analizlere göre, göğüs eti damla kaybı için anlamlı farklılık belirlenmiş olup; bu sonuç taşıma stresinin göğüs eti damla kaybını artırarak et kalitesinde bir azalmaya neden olabileceğini göstermiştir.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to synthesize the results of many experimental studies on the current subject and to determine the real effect of transport stress on some meat quality characteristics by meta-analysis.

Material and Methods: The selection of articles that will form the basis of the study was determined through a systematic literature review using the Google Scholar database, and a total of 13 articles meeting the selection criteria were included in the meta-analysis. The search was limited to only one species (broiler) and other poultry species were not included in the study. Effect sizes were calculated in order to determine the significance of the difference between the transport stress and the control group. The Q statistic was used to determine the heterogeneity between studies.

Results: A significant difference for the estimated effect size was found in the drip loss, and the effect size estimated according to the random model was found to be statistically significant ($p < 0.05$) and close to the medium level ($EB_{DL} = 0.416$).

Conclusion: The results of the study show that exposure of broilers to transport stress at different times or distances before slaughter has no significant effect on breast meat quality characteristics, except for drip loss. According to the analysis, a significant difference was determined for breast meat drip loss; this result shows that transport stress may cause a decrease in meat quality by increasing breast meat drip loss.

GİRİŞ

Etlük piliç yetiştiriciliği ve kesilen piliçlerin tüketici açısından son ürün olan et haline gelmesi birbiriyle bağlantılı pek çok aşamayı içerir. Kanatlı hayvanlarda kesimle birlikte kas dokunun yenilebilir nitelikte ete dönüşmesi kasta meydana gelen kimyasal, fiziksel ve yapısal değişikliklere bağlıdır ve nihai et kalitesinin oluşumunda önemli rol oynar (Northcutt, 2001). Et endüstrisi açısından kalite kavramı fiziksel, kimyasal, morfolojik, biyokimyasal, mikrobiyal, duysal, teknolojik, hijyenik, besin değeri ve pişirme özellikleri de dahil olmak üzere, genel et özelliklerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir (Ingr, 1989). Kanatlı hayvanların yetiştirilmesi sırasında kesim öncesi faktörler sadece kas büyümesi, bileşimi ve gelişimi üzerinde önemli etkiler oluşturmaz. Aynı zamanda, stres düzeyine bağlı olarak kas glikojen depolarının tükenmesi, başta et pH'sı ve parlaklığı olmak üzere nihai et kalitesini değiştirerek hayvanın kesimdeki durumunu da belirler. Bu nedenle, kanatlılarda kesim öncesi ve sonrasında meydana gelen olaylar et kalitesini etkileyebilir (Northcutt, 2001). Genotip, yaş, eşey, kas tipi, kas lifinin yapısı, üretim sistemi, besleme, yemsiz ve susuz kalma, taşıma, kesim prosedürü, ölüm sonrası etin olgunlaşma süreci gibi pek çok faktör et kalitesini değiştirebilir (Tougan et al., 2013). Kanatlı eti kalitesini etkileyen faktörler; uzun ve kısa dönem etkili faktörler olarak özetlenebilir (Fletcher, 1991). Özellikle kesim öncesi son 24 saatte meydana gelen kısa dönem etkili uygulamalar et kalitesini doğrudan etkilemektedir (Fletcher, 1991).

Kesim için etlik piliçlerin işletmelerden kesimhaneye nakledilmesi kaçınılmaz bir uygulamadır. Taşıma esnasında piliçlerin refah koşulları sağlanmalı, dış etkenlere bağlı olarak değişebilen koşullar mümkün olduğunca kontrol altında tutulmalıdır. Hayvanların taşınması ve korunmasına yönelik Avrupa Birliği Konsey Yönetmeliği (EC, 1/2005), taşıma esnasında uyulması gereken kuralları açıkça belirlemiştir. Yönetmelik çerçevesinde; nakil süresinin en aza indirilmesi, hayvanların taşıma boyunca zarar görmeleri ve acı çekmelerinin önlenmesi, taşıma araçları ile yükleme ve boşaltma yerlerinin amaca uygun şekilde tasarlanması ve hayvanların refah koşullarının düzenli olarak kontrol edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (EC, 2005). Taşıma boyunca meydana gelen gürültü, titreşim, termal değişimler, yemsiz ve susuz kalma, hayvanların alışık olmadıkları ortamda bulunmaları, taşıma kasalarındaki aşırı yerleşim yoğunluğu ve kesim öncesi bekleme süresi gibi pek çok potansiyel stres faktörü hayvanların sağlığını kötü etkileyerek ölüme zemin hazırlayabilir (Fletcher, 1991). Ayrıca taşıma, kan bileşimini etkilediği gibi kalp hızı, elektrolit konsantrasyonu, hormon seviyeleri, metabolit enzimleri, canlı ağırlık ve et kalitesinde de değişikliklere neden olur (Jayaprakash et al., 2016).

Piliçlerin kesimhaneye nakli, yukarıda sayılan birçok etmenin etkisinde olmakla birlikte, kümeslerin kesimhaneye olan uzaklıkları büyük değişiklikler göstermektedir. Nakil öncesi belirli süre aç ve susuz bırakılma (Kotula & Wang, 1994; Edwards et al., 1999; Kayan & Açıkgöz, 2020) piliçler üzerindeki stres yükünü artırır. Ayrıca bu durum, doğrudan taşıma işleminden kaynaklanacak stres ile mücadele etmek için piliçlerin ihtiyaç duyacakları enerjiden yoksun kalmaları anlamına da gelir (Savenije et al., 2002). Nihai et kalitesinin meydana gelmesinde önemli bir kriter olan kas glikojen depolarının belirli oranda tükenmiş olması, glikoliz yoluyla oluşacak laktik asit düzeyini ve buna bağlı olarak son pH'yı, etin parlaklığını ve su tutma kapasitesini (STK) belirleyerek et kalitesini doğrudan etkiler (Barbut, 2002).

Taşıma süresinin et kalitesi üzerine olası etkileri, uzun yıllardır pek çok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Kannan et al., 1997; Savenije et al., 2002; Debut et al., 2003; Dadgar et al., 2010; Yalçın & Güler, 2012; Zheng et al., 2020). Taşımaya bağlı olarak etlik piliçlerde stres düzeyinin artabileceği bildirilmekle birlikte (Mitchell et al., 1992; Warriss et al., 1999), et kalitesi üzerine olan etkileri incelendiğinde, taşımadaki tüm olası olumsuz etilerden ziyade taşıma süresinin (ya da uzaklığının) (Kannan et al., 1997) değişiklik gösterdiği ve bu durumun genetik yapıdan bağımsız olarak et kalitesini etkilediği bildirilmiştir (Debut et al., 2003). Yalçın & Güler (2012), kontrol grubuna kıyasla, orta (115 km) ve uzun (165 km) mesafe taşımanın, H/L oranında [kanatlılarda stres düzeyinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan fizyolojik bir göstergedir; strese maruz kalan kanatlılarda lenfosit sayısı azalırken heterofil sayısı yükselmektedir (Gross & Siegel, 1983)] önemli bir artışa neden olduğunu, uzun süre taşıma stresine maruz kalan piliçlerde stres

tepkisinin daha yüksek oranda saptandığını bildirmiştir. Araştırmacılar (Yalçın & Güler, 2012), piliç göğüs eti kalitesi üzerine taşıma mesafesinin etkisinin kesim ağırlığından bağımsız değerlendirilemeyeceğini, taşıma mesafesi ve kesim ağırlığı arasındaki interaksiyonun kesim öncesi strese ve et kalitesinin oluşumuna katkıda bulunduğunu bildirmektedir. Kesim öncesi uzun süre taşımanın (4 saat), kontrol grubuna (0 saat) kıyasla et kalitesini olumsuz etkilediği, taşıma stresine bağlı olarak göğüs eti ilk ve son pH'sının daha yüksek, parlaklığın (L^*) ve sertliğin daha düşük bulunduğu ancak göğüs eti STK ile pişirme kaybı (PK) arasında fark olmadığı bildirilmiştir (Castellini et al., 2016). Debut et al. (2003), but kasının taşıma stresinden (0 ya da 2 saat) göğüs kasına kıyasla daha fazla etkilendiğini, son pH ve renk ölçütlerinin 2 saat taşımaya bağlı olarak önemli şekilde yükseldiğini, göğüs kasında ise L^* 'nin kontrol grubunda daha yüksek bulunduğunu aktarmıştır. Öte yandan, göğüs kası son pH'sının taşıma stresinden etkilenmediği bildirilmiştir (Debut et al., 2003). Farklı taşıma sürelerinin (0, 2, 4 ve 6 saat) et kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda da, taşıma stresine bağlı olarak önemli fizyolojik değişikliklerin meydana geldiği aktarılmıştır (Hussnain et al., 2020a; Zheng et al., 2020; Gou et al., 2021). Zheng et al. (2020) kısa süreli taşıma stresinin (2 saat) etlik piliçlerde önemli fizyolojik değişikliklere neden olarak hormonal sekresyonu ve kanın biyokimyasal özelliklerini değiştirdiğini ancak 4 saatlik taşıma süresinin piliçlerde homeostatik dengenin yeniden kazanılmasına neden olarak taşıma stresinin etkilerini önemli ölçüde azaltabildiğini ortaya çıkarmıştır. Araştırmacılar (Zheng et al., 2020), taşıma stresinin antioksidan savunma sistemini harekete geçirdiğini, but ve göğüs kasını asitleştirdiğini (düşük pH), peroksidasyonu artırdığını ve sonuçta et kalitesini düşürdüğünü bildirmiştir. Benzer sonuçlar, Hussnain et al. (2020a) tarafından da aktarılmış olup, 160 km'den daha uzun taşımanın göğüs eti parlaklığını önemli ölçüde yükselttiğini bildirilmiştir. Ayrıca, araştırmacılar (Hussnain et al., 2020a) yaz aylarında taşıma kasası yoğunluğunun $0.042 \text{ m}^2/\text{piliç}$ 'den daha yüksek olması durumunda, piliçlerin 80 km'den daha uzun süre taşınmalarının verimde ciddi kayıplara neden olduğunu ve etin fiziksel görünümü ile fonksiyonel özelliklerinde bozulma meydana geldiğini aktarmıştır. Bununla birlikte, farklı taşıma sürelerinin (0, 0.5, 1, 2 ve 3 saat) canlı ağırlıkta meydana gelen fireyi (taşıma süresine bağlı olarak canlı ağırlık kaybı artmıştır) ve bazı plazma stres biyobelirteçlerini artırdığı, ancak göğüs eti kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı vurgulanmıştır (Gou et al., 2021). Son pH hariç ($P < 0.05$), diğer et kalite (pH_i , L^* , a^* , b^* , DK ve sertlik) özelliklerinin taşıma süresinden etkilenmediği ve kontrol grubu ile benzer bulunduğu bildirilmiştir (Gou et al., 2021).

Bu çalışmada, etlik piliçlerde taşıma stresinin et kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği pek çok çalışmanın bulguları kullanılarak mevcut durum değerlendirilmeye çalışılmıştır. Bu amaç doğrultusunda taşıma stresi ve et kalitesi arasındaki ilişkiyi belirleyebilmek için; ilk pH (pH_i), son pH (pH_u), parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*), sarılık (b^*) ile pişirme (PK) ve damla (DK) kaybı değişkenleri meta-analize dahil edilerek etki büyüklüğü (EB) değerleri belirlenmiştir. İncelenen literatürlerde, taşıma stresinin et kalitesini olumsuz etkileyebileceği bildirilmiş olmakla birlikte, bazı çalışmalardan elde edilen bulguların göğüs eti kalite özellikleri üzerinde önemli bir etkisi olmadığı görülmüştür. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, mevcut konudaki çok sayıda deneysel çalışmanın sonuçlarını sentezleyerek, taşıma stresinin bazı et kalite özellikleri üzerindeki gerçek etkisini istatistiksel bir metot (meta-analiz) kullanarak belirlemektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada kullanılan veriler mevcut bir veri tabanından elde edildiğinden (Google Akademik) bu çalışma için Hayvan Deneyleleri Yerel Etik Kurulu onayı alınmamıştır.

Literatür arama: çalışma materyalinin seçimi

Çalışmaya esas oluşturacak makalelerin seçiminde, sistematik bir literatür taraması "Google Akademik" veri tabanı kullanılarak yapılmıştır. Literatür taramasında zaman, yer ve bölge kısıtlaması kullanılmazken dil kısıtlaması uygulanarak yalnızca "İngilizce" dilinde yazılmış makaleler aramaya dahil edilmiştir. Arama sadece tek bir tür (etlik piliç) olarak sınırlandırılmış ve diğer kanatlı türleri çalışmaya dahil edilmemiştir. Sistematik literatür taraması için anahtar kelime seçimine kısıtlama getirilmiş ve google

akademik veri tabanında “etlik piliç” ve/veya “taşıma mesafesi/süresi” ve/veya “et kalitesi” içeren anahtar kelimeler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Arama sonunda toplam 348 tam metin çalışma bulunmuştur. Belirlenen makalelerin seçiminde, sadece açık erişimi olan ve tam metnine ulaşılan çalışmalar kullanılmıştır. Literatür taramasından elde edilen çalışmaların özet, materyal-metot ve tartışma-sonuç bölümleri bir ön değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Makalelerin ön değerlendirme aşamasında, analize dahil edilip edilmemesinde aşağıdaki kriterler (5 dışlama kriteri) dikkate alınmıştır (Carvalho et al., 2020);

1. Çalışma, sadece etlik piliçler üzerinde yürütülmüş olmalı ve başka hiçbir alt tür içermemelidir.
2. Çalışma, et kalite kriterlerinden [[ilk pH (pH_i), son pH (pH_u), renk ölçütleri [parlaklık (L^*), kırmızılık (a^*), sarılık (b^*)], su tutma kapasitesi (STK), çözdürme (CK) ve pişirme kayıpları (PK), damla kaybı (DK) ve sertlik]] en az bir tanesini içermelidir.
3. Çalışmada et kalite özelliklerinin piliç göğüs kasında belirlenmiş olması gereklidir. Göğüs kası ile birlikte diğer kas gruplarına ait sonuçlarda makalede verilmiş ise değerlendirme dışı bırakılmıştır.
4. Çalışma, taşıma stresi dışında et kalitesi sonuçlarını etkileyebilecek herhangi bir muamele içeriyorsa (kesim öncesi bekletme, serinletme, antioksidan takviyesi, mineral ve vitamin ilavesi v.b.), hiç bir işlemin olmadığı bir kontrol grubu (taşıma) içermelidir.
5. Çalışmalar, piliçlerin optimum koşullarda yetiştirildiği ve kesildiği, taşıma stresi dışında et kalitesini değiştirebilecek herhangi bir etkiye maruz kalmadıkları varsayımına dayanır.

Toplam 348 makalenin dışlama kriterleri dikkate alınarak detaylı okunması ve incelenmesi sonucu, yalnızca 13 adet çalışmanın yeterli nitelikte olduğu ve meta-analizinde kullanılacak değişkenleri içerdiği anlaşılmış ve çalışmaya dahil edilmiştir (Çizelge 1 ve 2).

Çizelge 1. Etlik piliçlerde, kontrol ve taşıma stresinin et kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılan çalışmalara ait tanımlayıcı bilgiler (çalışmanın yapıldığı ülke, piliç genotipi ve hayvan sayısı)

Table 1. Descriptive informations about studies used to evaluate the effects of control and transport stress on meat quality in broilers (country of study, broiler genotype and number)

Referans	Ülke	Tür	n
Al-Abdullatif et al., 2021	Suudi Arabistan	Etlik piliç (Ross 308)	56
Chen et al., 2020	Çin	Etlik piliç (Chinese local breed)	24
Gou et al., 2021	Çin	Etlik piliç (Chinese Yellow-feathered)	36
Hussnain et al., 2020a	Pakistan	Etlik piliç (Ross-308)	10
Hussnain et al., 2020b	Pakistan	Etlik piliç (Ross-308)	30
Pan et al., 2018	Çin	Etlik piliç (Arbor Acres)	36
Ramakrishnan et al., 2021	Hindistan	Etlik piliç (Belirtilmemiş)	25
Xing et al., 2017	Çin	Etlik piliç (Arbor Acres)	42
Yue et al., 2010	Çin	Etlik piliç (Chinese Meat-Type Yellow Feathered Chickens)	72
Zhang et al., 2009	Çin	Etlik piliç (Arbor Acres)	72
Zhang et al., 2014	Çin	Etlik piliç (Arbor Acres)	48
Zhang et al., 2019	Çin	Etlik piliç (Arbor Acres)	80
Zheng et al., 2020	Çin	Etlik piliç (Arbor Acres)	48

n: piliç sayısı.

n: number of broilers.

Veri tabanında literatür taraması yapılırken, etlik piliçlerde taşıma stresinin et kalitesi üzerindeki etkisinin belirlenmesi amacıyla önceden belirlenen değişkenlerin (pH_i , pH_u , L^* , a^* , b^* , STK, CK, PK, DK ve sertlik) bazılarında ait nitelikli veri sağlanamamış ve bir meta-analize dahil edilemeyecek kadar sınırlı sayıda literatüre ulaşılmıştır. Bu nedenle, çalışmaya sadece pH_i , pH_u , L^* , a^* , b^* , PK ve DK değişkenleri

dahil edilmiştir. Seçilen bazı çalışmalarda, taşıma stresinin ilk pH'ya etkisi belirlenirken araştırmacıların farklı zaman dilimlerinde (kesimden 10, 15 ve 45 dk sonra) ölçüm yaptıkları belirlenmiştir. İlk pH'ya ait tüm verileri standartlaştırmak için, farklı zaman dilimlerinde ölçüm yapılmış olsa bile, tüm veriler ilk pH olarak değerlendirilmiştir. Tüm araştırmacıların son pH'yı kesimden 24 saat sonra saptadığı gözlenmiştir.

Çizelge 2. Etlik piliçlerde kontrol ve taşıma stresinin et kalitesi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılan çalışmalara ait taşıma süresi-mesafesi, incelenen değişkenler, eşey, kesim şekli ve taşıma hızı

Table 2. Transport time-distance, variables, sex, slaughter type and transport speed of studies used to evaluate the effects of control and transport stress on meat quality in broilers

Referans	Taşıma Stresi	Kontrol Grubu	Sunulan Değişkenler	Eşey, Kesim Şekli ve Ortalama Taşıma Hızı (km/h)
Al-Abdullatif et al., 2021	4 saat	5 dakika	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*]	Erkek; elde; 80
Chen et al., 2020	3 saat	45 dakika	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , PK, DK	Erkek; elde; 60
Gou et al., 2021	30 dakika, 1, 2 ya da 3 saat	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , DK	Karışık; kesimhane; 30-40
Hussnain et al., 2020a	160 ya da 240 km	80 km	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , PK, DK	Karışık; elde; 45-50
Hussnain et al., 2020b	80, 160 ya da 240 km	0 km	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , PK, DK	Karışık; kesimhane; 80
Pan et al., 2018	3 saat	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , DK	Erkek; elde; 60
Ramakrishnan et al., 2021	1, 2 ya da 3 saat	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , DK	Karışık; kesimhane; 30-40
Xing et al., 2017	30 dakika	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , PK, DK	Erkek; kesimhane; 45
Yue et al., 2010	45 dakika ya da 3 saat	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , DK	Erkek; elde; belirtilmemiş
Zhang et al., 2009	45 dakika ya da 3 saat	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , DK	Erkek; elde; 60
Zhang et al., 2014	3 saat	45 dakika	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , PK, DK	Karışık; kesimhane; 60
Zhang et al., 2019	3 saat	0 saat	pH _i , pH _u , L [*] , a [*] , b [*] , PK, DK	Erkek; kesimhane; 80
Zheng et al., 2020	2 ya da 4 saat	0 saat	pH _i , pH _u , DK	Erkek; simülatör; belirtilmemiş

pH_i: ilk pH; pH_u: son pH; L^{*}: parlaklık; a^{*}: kırmızılık; b^{*}: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

*Taşıma koşullarını simüle etmek için taşıma simülatörü kullanılmıştır (BF-SV, Bell Test Instrument Company, Dongguan, China), taşıma titreşim hızı: 100 rpm.

pH_i: initial pH; pH_u: ultimate pH; L^{*}: lightness; a^{*}: redness; b^{*}: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

*Transportation simulator was used to simulate transport conditions (BF-SV, Bell Test Instrument Company, Dongguan, China), transport vibration rate: 100 rpm.

Çalışmalarda pişirme kaybı (%) ve damla kaybı (%) verilerinin farklı yöntemler ve metotlar ile belirlendiği tespit edilmiş, ancak araştırmacılar tarafından kullanılan yöntemlerin literatüre uygun olması nedeniyle bu yöntem farklılıkları göz ardı edilerek çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir. Pişirme ve damla kaybı sonuçları tüm makalelerde (%) olarak sunulurken yalnızca bir makalede (Chen et al., 2020), g kg⁻¹ olarak ifade edilmiştir. Söz konusu değer %'ye çevrilerek kullanılmıştır. Tüm çalışmalarda renk özelliklerinin (L^{*}, a^{*} ve b^{*}), CIELAB renk sistemi koordinatları kullanılarak belirlendiği görülmüştür. Bazı çalışmalarda göğüs eti rengi belirlenirken, kesimden 15 ve/veya 45 dakika sonra ölçüm yapıldığı saptanmıştır. Bu veriler değerlendirme dışı bırakılmış ve çalışmamızda sadece kesimden 24 saat sonra yapılan renk ölçümleri meta-analize dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan makalelerin materyal-metot bölümleri detaylı incelendiğinde eşey, taşıma mesafesi, taşıma hızı ve kesim yönteminde bazı farklılıklar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Söz konusu çalışmaların tümünde belirtilen metodoloji ya da teknik detayların, etlik piliçlerin kesim prosesine uygun olduğu, pek çok çalışmanın etik kurul izni bulunduğu ve bu nedenle elde edilen et kalitesi verilerine (et pH'sı, rengi, pişirme, çözdürme ve damla kaybı) etkilerinin sınırlı ya da çok az olacağı varsayılarak meta-analize dahil edilmiştir. Bu çalışmada değerlendirilmesi planlanan makalelerin en az bir kontrol grubu bir de taşıma stresi grubu bulundurması hedeflenmiştir. Ancak incelenen bazı çalışmalarda, farklı taşıma süresi ya da mesafesinin etkilerinin de incelendiği görülmüştür.

Veri analizi ve istatistiksel değerlendirmeler

Bağımsız çalışmalardan elde edilen bulguları birleştirmek için istatistiksel yöntemlerin (meta-analizinin) kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir (Hedges, 1992). Günümüzde araştırmacılar, geleneksel

derlemenin yerine sistematik derleme ve meta-analitik yöntemleri sıklıkla tercih etmektedir. Sistematik derleme, belirli bir konuda yapılan orijinal çalışmaların detaylı bir şekilde taranarak, dışlanma ve dahil edilme kriterlerinin de kullanıldığı bilimsel incelemedir (Aslan, 2018). Meta-analiz ise aynı araştırma sorusunu ele alan bir dizi deneysel çalışma sonuçlarının temel alındığı popülasyon etkilerinin ortalamasını ve varyansını tahmin etmek için yararlanılan istatistiksel bir araçtır (Field & Gillet., 2010). Literatür taramasındaki en uç değerlendirme biçimi ve en yeni yöntem meta-analizdir ve bir literatürün gözden geçirilmesi için ilgili nicel prosedürlerin tamamını ifade etmektedir (Guzzo et al., 1987). Meta-analiz, değişkenler arasındaki ilişkiyi etki büyüklüğü (EB) tahminlerinin hesaplanması yoluyla değerlendirmektedir. Cohen (1988), farklı müdahaleleri karşılaştıran araştırma çalışmalarında grup ortalamaları arasındaki farkın büyüklüğüne etki büyüklüğü adını vermiştir. Dolayısıyla etki büyüklüğü, deneysel etkinin büyüklüğünün nicel bir ölçüsüdür. Etki büyüklüğü ne kadar büyük olursa, iki değişken arasındaki ilişki (örneğin tedavi ve kontrol grubu arasındaki farklılıklar) veya muamele etkisi o kadar güçlüdür (Guzzo et al., 1987). Araştırmalardaki önem seviyesi okuyucuya bir etkinin var olup olmadığını bildirirken, etkinin boyutu hakkında bilgi vermemektedir. Bu nedenle çalışma sonuçlarında hem etki büyüklüğünün hem de istatistiksel anlamlılığın rapor edilmesi gerekmektedir (Sullivan & Feinn, 2012).

Bu çalışmada etki büyüklükleri, Comprehensive Meta-Analysis (CMA) Version 3 (Demo) paket programı ile hesaplanmıştır. Çalışmadaki gruplara ait sonuçlar arasındaki farkın önemliliğinin belirlenmesi amacıyla etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bu amaçla, iki grup arasında meydana gelen farkın hesapladığı istatistiksel metotlar için etki büyüklüğünün hesaplanmasında Hedges'in g değeri kullanılmıştır (Eşitlik 1). Cohen'in d formülünde olduğu gibi, Hedges'in g değerinin yorumlanmasında da benzer skala dikkate alınmıştır. Hedges'in g değeri ile hesaplanan etki büyüklüğü, Cohen d ile çok büyük benzerlik göstermekte olup tek önemli farklılık ortak (pooled) standart sapmanın hesaplanmasında görülmektedir. Buna göre etki büyüklüğü değeri 0.2'den küçük ise zayıf, 0.5 ise orta ve 0.8 den büyük ise kuvvetli ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır (Cohen, 1988). EB'nin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$EB (Hedges'g) = \frac{M_1 - M_2}{S_{ortak}} \quad (1)$$

Eşitlik 1'de; M_1 : 1. grubun ortalaması, M_2 : 2. grubun ortalaması, S_{ortak} : ortak standart sapma

$$S_{ortak} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (2)$$

Eşitlik 2'de; $n_{1,2}$: sırasıyla 1. ve 2. gruplar için örneklem büyüklüğü, $S_{1,2}$: sırasıyla 1. ve 2. gruplar için standart sapma değerleridir.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Eşitlik 3'de; X_i : i'inci özelliğin ölçüm değeri, \bar{X} : özelliğin n sayıda ölçümüne ait aritmetik ortalama, n: örnek sayısını ifade eder (Hedges & Olkin, 1985).

Meta-analizlerde farklı çalışmaların sonuçları birleştirilip genel ya da birleştirilmiş etki büyüklüğü (pooled estimate) hesaplanırken ya sabit etkili model (fixed effect model) ya da rastgele etkiler modeli (random effects model) kullanılmaktadır. Bu iki model, çalışmaları farklı şekilde ağırlıklandırarak ortalama etki değerini tahmin eder. Bu iki modelin seçiminde önemli olan ve bu modellerin ne kadar farklı sonuç vereceğini belirleyen faktör ise ağırlıklandırmada kullanılan heterojenitenin belirlenmesidir (Kılıçkap, 2018). Bu çalışmada etki büyüklükleri her iki modele göre (sabit ve rastgele) hesaplanmış ancak çalışmadan elde edilen tüm değişkenler heterojen yapıda olduğu için, çalışma sonuçlarının değerlendirilmesi ve yorumlanmasında rastgele etkiler modeli kullanılmıştır (Ades et al., 2005; Borenstein et al., 2009).

Bu çalışmada, çalışmalar arası gerçek heterojenliğin hesaplanmasında Cochran'ın Q testi ve I^2 değeri kullanılmıştır (Hedges & Olkin, 1985). Farklı çalışmalarda değerlendirilen müdahale etkilerindeki değişkenlik, istatistiksel heterojenlik olarak bilinir ve çalışmalar arasındaki klinik veya metodolojik çeşitliliğin veya her ikisinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. İstatistiksel heterojenlik, gözlemlenen müdahale etkilerinin, tek başına şansa bağlı hata nedeniyle beklenenden daha farklı olmasıyla kendini göstermektedir (Higgins & Green, 2011). Meta-analizde, heterojenlikten kaynaklanan varyans oranı, I^2 istatistiği ile tahmin edilmektedir (von Hippel, 2015). Heterojenlik derecesi I^2 indeksi ile sayısallaştırılır (Higgins & Thompson, 2002; Sales, 2011) ve I^2 istatistiği, çalışmalar arasında şanstan ziyade heterojenlikten kaynaklanan varyasyon yüzdesini tanımlamada kullanılmaktadır (Higgins & Thompson, 2002; Higgins et al., 2003). I^2 değeri %0 ile %100 arasında değişmekte olup toplam değişkenliğin ne oranda çalışmalar arası heterojeniteye bağlı olduğunu göstermektedir. %0 olması değişkenliğin örneklem hatasına veya şansa bağlı olduğunu düşündürürken %100'e yaklaşan değerler değişkenliğin büyük oranda çalışmalar arasındaki gerçek heterojeniteye bağlı olduğunu göstermektedir (Higgins et al. 2003). Huedo-Medina et al. (2006), I^2 indeks değerlerini düşük (0,25), orta (0,50) ve yüksek (0,75) olarak yorumlarken; Higgins et al. (2003), $I^2 >50$ ise yüksek heterojenlik, $I^2 >75$ ise çok yüksek heterojenlik olarak değerlendirmiştir. I^2 , çalışmaların sonuçlarının tutarsızlığının sezgisel ve basit bir ifadesidir ve Q'dan farklı olarak, çalışmaların sayısına bağlı değildir (Higgins et al., 2003).

I^2 aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$I^2 = \left(\frac{Q - sd}{Q} \right) \times 100\% \quad (4)$$

Eşitlik 4'de; Q: Cochran'ın Q değeri (ki-kare istatistiği), sd: serbestlik derecesi ($k-1$), k: çalışma sayısıdır (Higgins & Thompson, 2002, Higgins et al., 2003).

$$Q = \sum_{k=1}^K w_k (\hat{\theta}_k - \hat{\theta})^2 \quad (5)$$

Eşitlik 5'de; $\hat{\theta}$: genel ortalama etki, $\hat{\theta}_k$: her çalışmanın gözlenen etkisinin sapması, w_k : ağırlık olarak ters varyans, k: çalışma sayısıdır (Cochran, 1954).

Çalışmamızda tüm değişkenlere ait heterojenlik testi sonuçları yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Heterojenliğin olası nedenlerini açıklayabilmek amacıyla, incelenen çalışmalardaki alt gruplar analize dahil edilerek meta-analiz tekrarlanmıştır. Bu çalışmada sadece bir taşıma stresi grubu ve bir kontrol grubu meta-analize dahil edilirken, incelenen bazı çalışmalarda kontrol grubu dışında eş zamanlı olarak birden fazla farklı taşıma stresi grubuna (30, 45, 60, 90 veya 120 dk taşıma süresi) ait sonuçların da birlikte değerlendirildiği görülmüştür. Örneğin ilk pH değişkenine ait veriler, alt gruplar da analize dahil edilerek yeniden değerlendirildiğinde; Q değeri 117.601, Q'ya ait p değeri 0.000 ve I^2 ise 88.95 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar ki-kare tablosunda incelendiğinde, 12 serbestlik derecesi için $\alpha = 0.05$ olasılık seviyesinde 21.026 değeri bulunmaktadır. Bu değer (21.026), çalışmada elde ettiğimiz Q değeri olan 117.601'den oldukça küçük yani kritik değer çok üzerinde olduğu (heterojen) görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada tüm değişkenlere ait alt gruplar dahil edilerek yapılan analiz sonuçlarında da heterojenliğin değişmediği görülmüştür.

Çalışmada yayın yanlılığı (publication bias), Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu ve Egger'in doğrusal regresyon test sonuçları ile değerlendirilmiştir (Çizelge 3). Begg and Mazumder sıra korelasyon testi, etki büyüklüğü sırası ile bunların varyanslarının sıraları arasındaki korelasyonu içermektedir. Önemlilik değerinin $p > 0.05$ olması durumunda yayın yanlılığının olmadığı anlaşılmaktadır (Kapoor & Chetty, 2017). Egger'in regresyon testi ise, huni grafiği asimetrisinin değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemde (Egger'in doğrusal regresyon testi) bir regresyon doğrusu denklemi oluşturulur. Çalışmaların standart hatalarının çarpmaya göre tersi bağımsız değişkeni, Egger'in standartlaştırılmış etki büyüklüğü ise bağımlı değişkeni oluşturur. Bu regresyon doğrusunun y eksenini kestiği nokta sıfıra yakınsa (regresyon kesişiminin sıfır olması durumu) yayın yanlılığı olmadığı sonucuna varılmaktadır (Lin & Chu, 2018). Çalışmamızda hem Begg ve Mazumder hem de Egger'in regresyon test sonuçları incelendiğinde yayın yanlılığının bulunmadığı belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Göğüs eti kalite özelliklerine ait Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu ve Egger linear regresyon test sonuçları**Table 3.** Begg and Mazumdar rank correlation and Egger linear regression test results of breast meat quality characteristics

Değişkenler	Egger Test			Begg ve Mazumdar Test	
	İntercept	95% GA	Önem Düzeyi (P-değeri)	Kendall's Tau	Önem Düzeyi (P-değeri)
pH _i	-1.22541	-6.04-3.59	0.583	-0.075	0.731
pH _u	-0.55249	-5.40-4.30	0.805	-0.151	0.492
L [*]	-1.43753	-5.95-3.07	0.494	-0.136	0.537
a [*]	1.40922	-2.77-5.59	0.465	0.145	0.533
b [*]	1.13210	-2.17-4.43	0.457	0.072	0.755
PK	-1.85852	-8.89-5.17	0.503	0.000	1.000
DK	-0.15419	-4.95-4.64	0.944	0.136	0.537

GA: Güven aralığı; pH_i: ilk pH; pH_u: son pH; L^{*}: parlaklık; a^{*}: kırmızılık; b^{*}: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

CI: Confidence interval; pH_i: initial pH; pH_u: ultimate pH; L^{*}: lightness; a^{*}: redness; b^{*}: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Etlük piliç göğüs eti kalite özellikleri için taşıma stresi konusunda yürütülmüş, birbirinden bağımsız olarak yapılan çalışmaların sonuçlarından hesaplanan sabit ve rastgele etki büyüklükleri (Hedges' g), %95 güven aralığı, Q, Q'ya ait p değeri ve I² sonuçları Çizelge 4 ve 5'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Et kalitesi özellikleri için taşıma stresine maruz kalan ve kontrol grubu piliçleri arasında sabit etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), Q değeri, Q'ya ait p değeri ve %95 güven aralıkları**Table 4.** Effect sizes (Hedges' g), Q value, p value for Q, and 95% confidence intervals for meat quality traits calculated according to the fixed effect model among chickens exposed to transport stress and control group

Değişkenler	Çalışma sayısı	Sabit Etki				Heterojenlik		
		Hedges g	Alt Limit	Üst Limit	P-değeri	Q	Q'ya ait P	I ²
pH _i	12	-0.164	-0.278	-0.050	0.005	55.878	0.000	80.314
pH _u	12	-0.216	-0.100	-0.332	0.000	65.452	0.000	82.386
L [*]	12	0.186	0.069	0.303	0.002	57.820	0.000	80.975
a [*]	11	-0.091	-0.211	0.030	0.142	40.553	0.000	75.341
b [*]	11	0.035	-0.085	0.155	0.571	23.580	0.009	57.592
PK	6	0.379	0.200	0.559	0.000	27.641	0.000	81.911
DK	12	0.418	0.296	0.540	0.005	57.391	0.000	80.833

GA: Güven aralığı; pH_i: ilk pH; pH_u: son pH; L^{*}: parlaklık; a^{*}: kırmızılık; b^{*}: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

CI: Confidence interval; pH_i: initial pH; pH_u: ultimate pH; L^{*}: lightness; a^{*}: redness; b^{*}: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

Çalışmamızda heterojeniteyi değerlendirmede, Cochran Q istatistiği ve buna ait p değeri ile I² istatistik ölçütlerinden yararlanılmıştır. İncelenen tüm özellikler için Q, p veya I² sonuçları irdelendiğinde, et kalitesini tanımlamada kullanılan tüm kriterlerin heterojen yapıda olduğu görülmüştür. Bu durum çalışmalar arası varyansın bir kısmının rastgele örnekleme hatasından, bazılarının ise heterojenlikten kaynaklanmış olabileceğini göstermektedir. Yüksek heterojenliği açıklamaya yönelik yapılan literatür incelemesinde, et kalite kriterlerinin, özellikle son pH ve parlaklığın oldukça geniş bir varyasyon gösterdiği (Wilkins et al., 2000; Petracci et al., 2004) ve pH düşme hızı ve oranı ile kaslardaki glikojen yoğunluğunun, pH'nın düzeyinin belirlenmesi ve dolayısıyla renk özellikleri ile STK, PK, DK ve sertliğin oluşumunda belirleyici rol oynadığı söylenebilir (Van Laack et al., 2001; Petracci et al., 2004; England et al., 2016). Piliçlerde et kalitesinin oluşumunda, özellikle kesimden önceki son 24 saatte meydana gelen değişikliklerin et kalitesini doğrudan etkilediği bilinmektedir (Fletcher, 1991). Bu nedenle incelenen

çalışmalarda; farklı genotip, yaş, mevsim ve kesim öncesi koşullarının değişken olması gibi pek çok faktörün heterojenliği artırdığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda, ilk ve son pH'ya ait Q istatistiği sonuçları incelendiğinde, meta-analize katılan çalışmalar arasındaki heterojenlik anlamlı ($P < 0.05$) (Çizelge 4) bulunduğundan, rastgele etki modeline göre hesaplanan birleştirilmiş etki büyüklüklerinin sırası ile pH_i ve pH_u için -0.193 ve -0.239 olarak tahminlendiği, rastgele etkiler modeline göre belirlenen güven aralığının (%95 GA) ise sırasıyla (-0.465 ile 0.078) ve (-0.531 ile 0.054) arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 5). Etki büyüklükleri rastgele etki modeli ile birleştirildiğinde, yani çalışmalar arası değişkenlik hesaba katıldığında, taşıma stresi ve kontrol grubu piliçleri arasında ilk ve son pH için istatistiki olarak anlamlı bir farklılığın meydana gelmediği görülmüştür ($p > 0.05$). Etki büyüklüklerinin istatistiki olarak anlamlı olmaması, piliçlerin taşımaya bağlı oluşan strese bir yanıt geliştirmediklerini ancak rastgele etki modeline ait EB sonuçlarında zayıf da olsa et kalitesinde bir gerilemeye yol açabilecek farklılık oluştuğunu göstermektedir. Genel bir yaklaşım olarak, kanatlı hayvanlar herhangi bir stres etmenine maruz kaldıklarında, yüksek glikolisiz nedeniyle pH'da hızlı bir düşme ve kas dokularında ölüm sertliğinin daha hızlı geliştiği bilinmektedir. Kesim sonrası değişimler çok hızlı olmasına karşın, kas sıcaklığında belirli düzeyde devam eden artış, kaslarda laktik asit birikimi ve ATP yıkımına yol açmaktadır (Puolanne et al., 2002). Hızlı pH düşüşü, proteinlerde bozulma ve yüksek karkas sıcaklığı etkilerinin bir araya gelmesinin bir sonucu olarak et kalitesinde gerileme meydana gelir. Genellikle kesim öncesi strese maruz kalmış piliçlerde PSE benzeri et oluşumu dikkati çeker ve bu tip etlerin düşük ileri işleme kabiliyetine sahip, pişirme kayıplarının yüksek ve su tutma kapasitelerinin düşük olduğu bildirilmiştir (Remignon et al., 2007). Taşıma stresinin göğüs eti kalite özellikleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda, uzun süre taşımaya bağlı olarak, ilk ve son pH'nın kontrol grubu piliçleri ile istatistiki açıdan önemli derecede farklı olduğunu bildiren çalışmalarda; Castellini et al. (2016) ilk ve son pH'nın taşıma stresinden etkilenerek daha yüksek bulunduğunu, Yalçın & Güler (2012) ile Debut et al. (2003) pH_i 'nin taşıma stresinden etkilenmediğini ancak son pH'nın taşıma stresi grubu piliçlerinde daha yüksek kaldığını, Zhang et al. (2019) ise taşıma stresine maruz kalan piliçlerde hem pH_i hem de pH_u 'nun kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeyde belirlendiğini aktarmıştır. Bu bildirişlerin aksine, bu çalışmanın bulgularını destekleyecek şekilde, pH_i ve pH_u değerlerinin kesim öncesi taşıma stresinden etkilenmediği ve istatistiksel olarak gruplar arasında önemli bir farklılık olmadığı ($p > 0.05$) bildirilmiştir (Zhang et al., 2009; Pan et al., 2018).

Et ve et ürünlerinin görünümü tüketicinin satın alma tercihini etkileyen birincil faktördür. Etin rengi, sadece tüketici için değil aynı zamanda üretici için de önemli bir endişe kaynağı oluşturur ve bu nedenle bilimsel çalışmalarda et kalitesinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir araçtır (Guidi & Castiglione, 2010). Çalışma bulgularında, meta-analize dahil edilen çalışmaların göğüs eti renk özellikleri (L^* , a^* ve b^*) ile PK ve DK değişkenlerine ait sabit modele göre EB, %95GA, Q ve Q'ya ait p değeri ve I^2 sonuçları Çizelge 4'de sunulmuştur. Rastgele etki modeline göre birleştirilmiş etki büyüklükleri ve %95 GA'ları sırası ile L^* , a^* ve b^* için; 0.130, -0.059 ve 0.062; (-0.155 ile 0.414), (-0.319 ile 0.201) ve (-0.135 ile 0.258) olarak tahminlenmiştir (Çizelge 5). Damla kaybı hariç, diğer tüm değişkenlerin rastgele modele göre birleştirilmiş etki büyüklüklerinin zayıf ($EB < 0.2$) ve istatistiki açıdan önemsiz ($p > 0.05$) olduğu görülmüştür. Etki büyüklükleri L^* , b^* , PK ve DK için pozitif (kontrol grubundan daha yüksek) bulunurken, a^* değeri negatif (kontrol grubundan daha düşük) bir etki göstermiştir (Çizelge 5). Bu çalışmadan elde edilen meta-analiz sonuçlarında, taşıma stresinin göğüs kası parlaklığı üzerinde önemli bir etki meydana getirmediği ($P > 0.05$) ancak beklendiği üzere taşıma stresine maruz kalan piliçlerde L^* için birleştirilmiş EB'nin daha yüksek olduğu saptanmıştır (EB_{L^*} : 0.130) (Çizelge 5). Çalışma bulgularını destekler nitelikte, pek çok araştırmacı taşıma stresinin etlik piliçlerde göğüs eti parlaklığı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmiştir (Savenije et al., 2002; Zhang et al., 2009; Pan et al., 2018). Bununla birlikte, Wang et al. (2017) kesim öncesi 3 saatlik taşıma süresinin göğüs eti parlaklığını önemli şekilde yükselttiğini, benzer şekilde Xing et al. (2015, 2017) 30 dakikalık kısa süreli bir taşımanın bile strese neden olarak göğüs eti parlaklığını artırdığını aktarmıştır.

Çizelge 5. Et kalitesi özellikleri için taşıma stresine maruz kalan ve kontrol grubu piliçleri arasında rastgele etki modeline göre hesaplanan etki büyüklükleri (Hedges' g), p değeri ve %95 güven aralıkları

Table 5. Effect sizes (Hedges' g), p value and 95% confidence intervals for meat quality traits calculated according to the random effect model between chickens exposed to transport stress and control group

Değişkenler	Çalışma sayısı	Rastgele Etki			
		Hedges g	Alt Limit	Üst Limit	P-değeri
pH _i	12	-0.193	-0.465	0.078	0.163
pH _u	12	-0.239	-0.531	0.054	0.110
L [*]	12	0.130	-0.155	0.414	0.372
a [*]	11	-0.059	-0.319	0.201	0.656
b [*]	11	0.062	-0.135	0.258	0.539
PK	6	0.263	-0.208	0.734	0.274
DK	12	0.416	0.125	0.713	0.005

GA: Güven aralığı; pH_i: ilk pH; pH_u: son pH; L^{*}: parlaklık; a^{*}: kırmızılık; b^{*}: sarılık; PK: pişirme kaybı (%); DK: damla kaybı (%).

CI: Confidence interval; pH_i: initial pH; pH_u: ultimate pH; L^{*}: lightness; a^{*}: redness; b^{*}: yellowness; CK: cooking loss (%); DL: drip loss (%).

Bu çalışmaya konu olan meta-analizde, elde edilen EB değerlerinde tek anlamlı farklılık damla kaybı özelliği için saptanmış olup, rastgele modele göre belirlenen etki büyüklüğünün istatistiki olarak anlamlı (p<0.05) ve orta düzeye yakın (EB_{DK}= 0.416) olduğu saptanmıştır (Çizelge 5). Bu durum, etlik piliçlerin kesim öncesi taşıma stresine maruz kalmalarının, kas dokudaki damla kaybını artırarak et kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermektedir. Benzer sonuçlar; Xing et al. (2015; 2017), Hussnain et al. (2020a), Zheng et al. (2020) ile Gou et al. (2021) tarafından da aktarılmış olup, taşıma stresi veya taşıma süresindeki artışa bağlı olarak göğüs kası damla kaybının önemli oranda yükseldiği bildirilmiştir. Su tutma kapasitesi, genel olarak etin sahip olduğu nemi tutma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu nem düzeyi, ileri işleme tesislerinde mamul-yarı mamul et ürünlerinin hazırlanması aşamasında ete eklenebilecek sıvıların miktarını ve kas dokunun içerdiği nemi yani sıvı miktarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Huff-Lonergan, 2009). Damla kaybı ise, taze etten kaybolan yüksek proteinli sıvıyı ifade etmektedir. Damla ya da boşalma kaybı, kasın ete dönüşümü sırasında kas liflerinden su, demir ve proteinlerin kaybedilmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır (Ponsuksili et al., 2008). Bu özel tanım, yerçekimi dışında herhangi bir ek mekanik kuvvet olmaksızın etten uzaklaşan sıvıyı niteler (Huff-Lonergan, 2009). Damla kaybı, etin lezzeti ve dolayısıyla genel kalitesi ile kabul edilebilirliği için çok önemli bir kriterdir ve uzun yıllardır et endüstrisi, özellikle domuz ve kanatlı eti için, önemli bir sorundur (Forrest et al., 2000). Pektoralis majör kasında, kesimle birlikte aerobik solunumdan anaerobik solunuma geçilmesi, anaerobik glikoliz nedeniyle pH'nın hızla düşmesine ve sitoplazmik Ca²⁺ seviyesinde artışa neden olur. Bu durum ette laktasidoz (kandaki laktik asit konsantrasyonunun yükselmesi) ve proteolize (proteinlerin peptidlere ve amino asitlere kadar yıkımı) yol açarak et kalitesinin azalmasını tetikler (Guo & Dalrymple, 2017).

SONUÇ

Bu çalışmanın meta-analizi sonuçlarına göre, etlik piliçlerin kesim öncesi farklı süre ya da mesafelerde taşıma stresine maruz kalmalarının göğüs eti kalite özellikleri üzerinde, damla kaybı hariç, önemli bir etkisinin olmadığı ortaya çıkarılmıştır. Çalışmadaki tek anlamlı farklılık, göğüs eti damla kaybı için belirlenmiş olup, taşıma stresinin göğüs eti damla kaybını artırarak et kalitesinde bir azalmaya neden olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Göğüs eti son pH'sı ve parlaklığı için çalışmadan elde edilen etki büyüklükleri istatistiksel olarak anlamlı olmasa da, beklenildiği üzere, taşıma stresi son pH'nın düşük kalmasına parlaklığın ise daha yüksek bulunmasına yol açmıştır. Kesim sonrası ette oluşan düşük pH ve kas içi yüksek sıcaklık, kas proteinlerinin bozulmasına neden olarak et kalitesini düşürmektedir. Proteinlerdeki bozulmanın şiddeti ise damla kaybında artışa ve daha solgun ete yol açarak PSE benzeri et oluşumunu tetikleyebilmektedir. Kanatlılarda görülen PSE benzeri etin ise en önemli kalite sorunu

damla kaybı olarak bildirilmektedir. Ette görülen aşırı damla kaybı, etin içerdiği değerli vitamin, mineral ve aromatik bileşiklerde azalmaya neden olarak besin değerini düşürmektedir. Ayrıca, damla kaybına bağlı olarak etin sertliğinde meydana gelen artış, genel yeme beğenisini ve tüketici kabulünü olumsuz etkileyerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle; etlik piliç üretiminde taşıma kaynaklı oluşabilecek stres etkilerinin en aza indirilmesi veya kesim öncesi taşıma stresinin etkilerini hafifletecek yetiştirme pratiklerinin uygulanmasının, damla kaybında meydana gelecek artışı engelleyerek genel et kalitesinin korunmasında önemli çözüm fırsatları sunabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ades, A.E., G. Lu & J.P.T. Higgins, 2005. The interpretation of random-effects meta-analysis in decision models. *Medical Decision Making*, 25 (6): 646-654. Doi: 10.1177/0272989X05282643
- Al-Abdullatif, A.A., A.A. Al-Sagan, E.O. Hussein, I.M. Saadeldin, G.M. Suliman, M.M. Azzam, S.I. Al-Mufarre & R.A. Alhotan, 2021. Betaine could help ameliorate transport associated water deprivation stress in broilers by reducing the expression of stress-related transcripts and modulating water channel activity. *Italian Journal of Animal Science*, 20 (1): 14-25. Doi: 10.2141/jpsa.0200003
- Aslan, A., 2018. Sistematik derleme ve meta-analizi. *Acta Medica Alanya Dergisi*, 2 (2): 62-63. Doi: 10.30565/medalanya.439541
- Barbut, S., 2002. *Poultry Products and Processing, An Industry Guide*. CRC Press LLC, Boca Raton London New York Washington, D.C, 560 pp.
- Begg, C.B. & M. Mazumdar, 1994. Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50 (4): 1088-1101. Doi: 10.2307/2533446
- Borenstein, M., H. Cooper, L. Hedges & J. Valentine, 2009. *Effect Sizes for Continuous Data*. The Handbook of Research Synthesis and Meta-analysis. Russell Sage Foundation, New York, 2: 221-235.
- Carvalho, L.C., H.S. Nogueira, A.R.T. Minussi, M.B. Lima, D.P. Munari, N.J. Peruzzi & E.P. Silva, 2020. Genetic growth potential characterization in the Japanese quail: a meta-analysis. *Animal*, 14: (S2): 341-347. Doi:10.1017/S1751731120001202
- Castellini, C., S. Mattioli, L. Piottoli, A.C. Mancinelli, D. Ranucci, R. Branciarri, M.G. Amato & A. Dal Bosco, 2016. Effect of transport length on in vivo oxidative status and breast meat characteristics in outdoor-reared chicken genotypes. *Italian Journal of Animal Science*, 15 (2): 191-199. Doi: 10.1080/1828051X.2016.1174082
- Chen, R., C. Wen, Y. Gu, C. Wang, Y. Chen, S. Zhuang & Y. Zhou, 2020. Dietary betaine supplementation improves meat quality of transported broilers through altering muscle anaerobic glycolysis and antioxidant capacity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (6): 2656-2663. Doi: 10.1002/jsfa.10296
- Cochran, W.G., 1954. Some methods for strengthening the common χ^2 tests. *Biometrics*, 10 (4): 417-51. Doi: 10.2307/3001616
- Cohen, J., 1988. "The Analysis of Variance, 274-287". In: *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2nd ed. (Ed. J. Cohen), Lawrence Erlbau Associates, 579 pp.
- Dadgar, S., 2010. *Effect of Cold Stress During Transportation on Post-Mortem Metabolism and Chicken Meat Quality*. In the Department of Food and Bioproduct Sciences University of Saskatchewan, (Unpublished) PhD Thesis, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 215 pp.
- Debut, M., C. Berri, E. Baéza, N. Sellier, C. Arnould, D. Guemene, N. Jehl, B. Boutten, Y. Jého, C. Beaumont & E. Le Bihan-Duval, 2003. Variation of chicken technological meat quality in relation to genotype and preslaughter stress conditions. *Poultry Science*, 82 (12): 1829-1838. Doi: 10.1093/ps/82.12.1829
- Edwards, M.R., J.P. McMurty & R. Vasilatos-Younken, 1999. Relative insensitivity of avian skeletal muscle glycogen to nutritive status. *Domestic Animal Endocrinology*, 16: 239-247. Doi: 10.1016/s0739-7240(99)00013-2
- Egger, M., G.D. Smith, M. Schneider & C. Minder, 1997. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal*, 315 (7109): 629-634. Doi: 10.1136/bmj.315.7109.62
- England, E.M., S.K. Matarneh, E.M. Oliver, A. Apaoblaza, T.L. Scheffler, H. Shi & D.E. Gerrard, 2016. Excess glycogen does not resolve high ultimate pH of oxidative muscle. *Meat Science*, 114: 95-102. Doi: 10.1016/j.meatsci.2015.10.010

- European Commission, 2005. Council regulation (EC) No. 1/2005 on the protection of animals during transport and related operations and amending directives 64/432/EEC and 93/119/EC and regulation (EC) No. 1255/97. (Web page: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R0001&from=en>). (Date accessed: September, 2021).
- Field, A.P. & R. Gillett, 2010. How to do a meta-analysis. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 63: 665-694. Doi: 10.1348/000711010X502733
- Fletcher, D.L., 1991. "Antemortem factors related to meat quality, 11-20". *Proceedings of the 10th European Symposium on the Quality of Poultry Meat*, (12-17 May 1997, Doorewerth, Beekbergen), 387 pp.
- Forrest, J.C., M.T. Morgan, C. Borggaard, A.J. Rasmussen, B.L. Jespersen & J.R. Andersen, 2000. Development of technology for the early post mortem prediction of water holding capacity and drip loss in fresh pork. *Meat Science*, 55 (1): 115-122. Doi: 10.1016/S0309-1740(99)00133-3
- Gou, Z., K.F.M. Abouelezz, Q. Fan, L. Li, X. Lin, Y. Wang, X. Cui, J. Ye, M.A. Masoud, S. Jiang & X. Ma, 2021. Physiological effects of transport duration on stress biomarkers and meat quality of medium-growing Yellow broiler chickens. *Animal*, 15 (2): 100079. Doi: 10.1016/j.animal.2020.100079
- Gross, W.B. & H.S. Siegel, 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Diseases*, 27: 972-979. Doi: 10.2307/1590198
- Guidi, A. & L. Castigliero, 2010. "Poultry Meat Color, 359-388". In: *The Handbook of Poultry Science and Technology, Volume 2: Secondary Processing* (Eds. I. Guerrero-Legarreta & Y.H. Hui). Wiley Publishing, Indianapolis, IN, 614 pp.
- Guo, B. & B.P. Dalrymple, 2017. "Transcriptomics of Meat Quality, 259-320". In: *New Aspects of Meat Quality, From Genes to Ethics*. (Ed. P.P. Purslow). Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Buenos Aires Province, Tandil, 744 pp.
- Guzzo, R.A., S.E. Jackson & R.A. Katzell, 1987. Meta-analysis analysis. *Research in Organizational Behavior*, 9 (1): 407-442.
- Hedges, L.V. & I. Olkin, 1985. *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Academic Press, London, 369 pp.
- Hedges, L.V., 1992. Meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 17 (4): 279-296. Doi: 10.3102/10769986017004279
- Higgins, J.P.T. & S. Green, 2011. "Heterogeneity - What is Heterogeneity? 276-282" In: *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Part 2: General Methods for Cochrane Reviews*. (Eds. J.P.T. Higgins & S. Green), Wiley Publishing, West Sussex, England, 649 pp.
- Higgins, J.P.T. & S.G. Thompson, 2002. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21 (11): 1539-1558. Doi: 10.1002/sim.1186
- Higgins, J.P.T., S.G. Thompson, J.J. Deeks & D.G. Altman, 2003. Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, 6; 327 (7414): 557-60. Doi: 10.1136/bmj.327.7414.557
- Huedo-Medina, T.B., J. Sánchez-Meca, F. Marin-Martinez & J. Botella, 2006. Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I² index?. *Psychological methods*, 11 (2), 193-206. Doi: 10.1037/1082-989X.11.2.193
- Huff-Lonergan, E., 2009. "Fresh Meat Water-Holding Capacity, 147-160". In: *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*. (Eds. J.P. Kerry & D. Ledward), Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Cambridge, 664 pp.
- Hussnain, F., A. Mahmud, S. Mehmood & M.H. Jaspal, 2020a. Influence of long-distance transportation under various crating densities on broiler meat quality during hot and humid weather. *The Journal of Poultry Science*, 57 (3): 246-252. Doi: 10.2141/jpsa.0190087
- Hussnain, F., A. Mahmud, S. Mehmood & M.H. Jaspal, 2020b. Meat quality and cooking characteristics in broilers influenced by winter transportation distance and crate density. *The Journal of Poultry Science*, 57 (2): 175-182. Doi: 10.2141/jpsa.0190014
- Ingr, I., 1989. Meat quality: Defining the term by modern standards. *Fleischwirtschaft*, 69: 1268-1270.
- Jayaprakash, G., M. Sathiyabarathi, M.A. Robert & T. Tamilmani, 2016. Transportation stress in broiler chicken. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5 (2): 806-809.

- Kannan, G., J.L. Heath, C.J. Wabeck, M.C. Souza, J.C. Howe & J.A. Mench, 1997. Effects of crating and transport on stress and meat quality characteristics in broilers. *Poultry Science*, 76 (3): 523-529. Doi: 10.1093/ps/76.3.523
- Kapoor, Y. & P. Chetty, 2017. Interpretation of results of meta analysis on different types of plot. (Web page: <https://www.projectguru.in/interpretation-meta-analysis-different-plot/>) (Date accessed: November, 2021).
- Kayan, H. & Z. Açıkgöz, 2020. Etiik piliçlerde kesim öncesi yem çekim periyodunun ve içme suyuna organik asit ilavesinin kesim randımanı, et kalitesi, bağırsak mikroflorası ve bazı kan parametreleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, E.Ü Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayısı*, 131-142. Doi: 10.20289/zfdergi.826655
- Kılıçkap, M., 2018. Meta-analizleri nasıl yorumlayalım: Türkiye'de kardiyovasküler risk faktörlerine yönelik yapılan meta-analizlerin metodolojik açıdan değerlendirilmesi. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, 46 (7): 624-635. Doi: 10.5543/tkda.2018.46062
- Kotula, K.L. & Y. Wang, 1994. Characterization of broiler meat quality factors influenced by feed withdrawal time. *Journal of Applied Poultry Research*, 3 (2): 103-110. Doi: 10.1093/japr/3.2.103
- Lin, L., & H. Chu, 2018. Quantifying publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 74 (3): 785-794. Doi: 10.1111/biom.12817
- Mitchell, M.A., P.J. Kettlewell & M.H. Maxwell, 1992. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Animal Welfare*, 1: 91-103.
- Northcutt, K.J., 2001. "Preslaughter Factors Affecting Poultry Meat Quality, 5-16". In: *Poultry Meat Processing*, 1st Edition Imprint (Ed. A. R. Sams). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL 33487, pp. 345.
- Pan, L., X.K. Ma, P.F. Zhao, Q.H. Shang, S.F. Long, Y. Wu & X.S. Piao, 2018. Forsythia suspensa extract attenuates breast muscle oxidative injury induced by transport stress in broilers. *Poultry Science*, 97 (5): 1554-1563. Doi: 10.3382/ps/pey012
- Petracci, M., M. Betti, M. Bianchi & C. Cavani, 2004. Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Science*, 83 (12): 2086-2092. Doi: 10.1093/ps/83.12.2086
- Ponsuksili, S., E. Jonas, E. Murani, C. Phatsara, T. Srikanchai, C. Walz, M. Schwerin, K. Schellander & K. Wimmers, 2008. Trait correlated expression combined with expression QTL analysis reveals biological pathways and candidate genes affecting water holding capacity of muscle. *BioMed Central Genomics*, 9 (1): 1-14. Doi: 10.1186/1471-2164-9-367
- Puolanne, E.J., A.R. Poso, M.H. Ruusunen, K.V. Sepponen & M.S. Kyla-Puhju, 2002. "Lactic acid in muscle and its effects on meat quality, 57-62". *Proceedings of 55th Reciprocal Meat Conference (July 28–31 2002, East Lansing, Michigan)*, 139 pp.
- Ramakrishnan, C., S. Karthiga & M. Chilambarasan, 2021. Physiological effects of transport duration on meat quality of Indian broiler chickens. *The Pharma Innovation Journal*, 10 (7): 403-405.
- Remignon, H., C. Molette, S. Eadmusik & X. Fernandez, 2007. "Coping with the PSE syndrome in poultry meat, 183-186". *Proceedings of XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products (2-5 September 2007, Prague)*.
- Sales, J., 2011. A meta-analysis of the effects of dietary betaine supplementation on finishing performance and carcass characteristics of pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 165: 68-78. Doi: 10.1016/j.anifeedsci.2011.02.008
- Savenije, B., E. Lambooi, M.A. Gerritzen, K. Venema & J. Korf, 2002. Effects of feed deprivation and transport on prelaughter blood metabolites, early postmortem muscle metabolites and meat quality. *Poultry Science*, 81 (5): 699-708. Doi: 10.1093/ps/81.5.699
- Sullivan, G.M. & R. Feinn, 2012. Using effect size-or why the P value is not enough. *Journal of Graduate Medical Education*, 4 (3): 279-282. Doi: 10.4300/JGME-D-12-00156.1
- Tougan, P.U., M. Dahouda, C.F.A. Salifou, S.G.A. Ahounou, M.T. Kpodekon, G.A. Mensah, A. Thewis & I.Y.A. Karim, 2013. Conversion of chicken muscle to meat and factors affecting chicken meat quality: a review. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 3 (8): 1-20. Doi: 10.6084/M9.FIGSHARE.1476821
- Van Laack, R.L.J.M., R.G. Kauffman & M.L. Greaser, 2001. "Determinants of ultimate pH of meat and poultry, 74-75". In *Proceedings of the 53rd annual reciprocal meat conference, Ohio. American Meat Science Association*.

- von Hippel, P.T., 2015. The heterogeneity statistic I^2 can be biased in small meta-analyses. *BioMed Central Medical Research Methodology*, 15: 35-42. Doi: 10.1186/s12874-015-0024-z
- Wang, X., J. Li, J. Cong, X. Chen, X. Zhu, L. Zhang, F. Gao & G. Zhou, 2017. Preslaughter transport effect on broiler meat quality and post-mortem glycolysis metabolism of muscles with different fiber types. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65 (47): 10310-10316. Doi: 10.1021/acs.jafc.7b04193
- Warriss, P.D., L.J. Wilkins & T.G. Knowles, 1999. "The Influence of Ante-Mortem Handling on Poultry Meat, 217-230". In: *Poultry Meat Science*. (Eds. R.I. Richardson & G.C. Mead), Wallingford, CABI Publishing, 464 pp.
- Wilkins, L.J., S.N. Brown, A.J. Phillips & P.D. Warriss, 2000. Variation in the colour of broiler breast fillets in the UK. *British Poultry Science*, 41 (3): 308-312. Doi: 10.1080/713654935
- Xing, T., X.L. Xu, G.H. Zhou, P. Wang, & N.N. Jiang, 2015. The effect of transportation of broilers during summer on the expression of heat shock protein 70, postmortem metabolism and meat quality. *Journal of Animal Science*, 93 (1): 62-70. Doi: 10.2527/jas.2014-7831
- Xing, T., M.F. Wang, M.Y. Han, X.S. Zhu, X.L. Xu & G.H. Zhou, 2017. Expression of heat shock protein 70 in transport-stressed broiler pectoralis major muscle and its relationship with meat quality. *Animal*, 11 (9): 1599-1607. Doi: 10.1017/S1751731116002809
- Yalçın, S. & H.C. Güler, 2012. Interaction of transport distance and body weight on preslaughter stress and breast meat quality of broilers. *British poultry science*, 53 (2): 175-182. Doi: 10.1080/00071668.2012.677805
- Yue, H.Y., L. Zhang, S.G. Wu, L. Xu, H.J. Zhang & G.H. Qi, 2010. Effects of transport stress on blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality in meat-type yellow-feathered chickens. *Poultry Science*, 89 (3): 413-419. Doi: 10.3382/ps.2009-00550
- Zhang, L., H.Y. Yue, H.J. Zhang, L. Xu, S.G. Wu, H.J. Yan, Y.S. Gong & G.H. Qi, 2009. Transport stress in broilers: I. Blood metabolism, glycolytic potential, and meat quality. *Poultry science*, 88 (10): 2033-2041. Doi: 10.3382/ps.2009-00128
- Zhang, L., J.L. Li, T. Gao, M. Lin, X.F. Wang, X.D. Zhu, F. Gao & G.H. Zhou, 2014. Effects of dietary supplementation with creatine monohydrate during the finishing period on growth performance, carcass traits, meat quality and muscle glycolytic potential of broilers subjected to transport stress. *Animal*, 8 (12): 1955-1962. Doi: 10.1017/S1751731114001906
- Zhang, L., J.L. Li, X.F. Wang, X.D. Zhu, F. Gao & G.H. Zhou, 2019. Attenuating effects of guanidinoacetic acid on preslaughter transport-induced muscle energy expenditure and rapid glycolysis of broilers. *Poultry Science*, 98 (8): 3223-3232. Doi: 10.3382/ps/pez052
- Zheng, A., S. Lin, S.A. Pirzado, Z. Chen, W. Chang, H. Cai & G. Liu, 2020. Stress associated with simulated transport, changes serum biochemistry, postmortem muscle metabolism, and meat quality of broilers. *Animals*, 10 (8): 1442-1453. Doi: 10.3390/ani10081442