

**Atıf İçin:** Yanar KE, Aktaş MS, 2021. Ruminantlarda Karayolu Nakliyesinde Oluşan Stresin Nedenleri, Belirteçleri ve Sonuçları. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 11(2): 1643-1652.

**To Cite:** Yanar KE, Aktaş MS, 2021. Causes, Indicators and Consequences of Stress Caused by Road Transport in Ruminants. Journal of the Institute of Science and Technology, 11(2): 1643-1652.

## **Ruminantlarda Karayolu Nakliyesinde Oluşan Stresin Nedenleri, Belirteçleri ve Sonuçları**

Kerim Emre YANAR<sup>1\*</sup>, Mustafa Sinan AKTAŞ<sup>1</sup>

**ÖZET:** Hayvanların zihinsel ve fiziksel olarak iyi olma durumu olarak tanımlanan hayvan refahı, sağlık, hastalık, yetiştirme, davranış ve sürü yönetimi gibi objektif ve subjektif ölçütlerin bir bileşkesi olarak tanımlanabilir. Günümüzde, hayvancılık faaliyetleri içerisinde kurallara uygun olarak yapılmayan canlı hayvan nakliye uygulamalarının, çiftlik hayvanları için önemli bir stres unsuru olduğu kabul edilmektedir. Söz konusu strese yol açan faktörler, stresin sonuçları ve belirteçleri ile nakliye stresinin hayvan refahı üzerine etkileri, bu çalışmada ayrıntılı bir şekilde ele alınarak değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hayvan refahı, nakliye stresi, canlı hayvan nakliyesi, sığır, koyun.

### **Causes, Indicators and Consequences of Stress Caused by Road Transport in Ruminants**

**ABSTRACT:** Animal welfare which is defined as mental and physical well-being state of the animal is combination of objective and subjective criteria such as health, disease, rearing, behavior and herd management. Today, it is accepted that livestock transportation practices that are not carried out in accordance with the rules are an important stress factor for farm animals. In this review, effects of transport stress on animal welfare, consequences and indicators of the stress as well as factors causing the stress were evaluated in detail.

**Keywords:** Animal welfare, transportation stress, live animal transportation, cattle, sheep.

<sup>1</sup> Kerim Emre YANAR ([Orcid ID: 0000-0001-7302-7077](https://orcid.org/0000-0001-7302-7077)), Mustafa Sinan AKTAŞ ([Orcid ID: 0000-0002-7206-5757](https://orcid.org/0000-0002-7206-5757)), Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Klinik Bilimler Bölümü, Erzurum, Türkiye

**\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Kerim Emre YANAR, e-mail: emre.yanar@atauni.edu.tr

## GİRİŞ

Günümüze kadar farklı araştırmacıların, değişik açılardan yaptıkları stres tanımları bir arada değerlendirildiğinde stres, yoğun üretim sistemine bağlı kısıtlama, açlık, susuzluk, yorgunluk, yaralanma, kötü hayvan idaresi, yeniliklerle karşılaşma ya da termal etkiler vb. gibi, canlının homeostazisini tehdit eden iç veya dış faktörlere karşı anatomik, fizyolojik ve davranış değişiklikleri şeklinde verilen biyolojik bir yanıt şekli olarak ifade edilebilmektedir (Bozkurt, 2016). Tanımda da belirtildiği gibi çiftlik hayvanlarında strese neden olan bir çok faktör söz konusudur. Bu faktörlerin en önemlilerinden biri de hayvanların nakliyesidir (Minka and Ayo, 2009).

Hayvan nakliyesinin tarihçesine bakıldığında, nakliyenin ilk olarak deniz yoluyla yapıldığı görülmektedir. 1607 yılında, Jamestown'a (Virginia), Amerika'nın ilk kalıcı İngiliz sömürgecilerini taşıyan bir İngiliz gemisi olan Susan Constant ile sığır ve daha küçük hayvanlar taşınmış ve böylece tarihte kaydedilen ilk hayvan taşınması gerçekleştirilmiştir (Swanson and Morrow-Tesch, 2001). Amerika'da 1850 yılında demiryolu ağının Chicago'nun merkezinden kuzey, güney, doğu ve batıya yayılmasıyla demir yolu ulaşımı cazip hale gelmiş ve canlı sığırların Chicago'ya trenle ilk nakliyesi 5 Eylül 1867 yılında gerçekleşmiştir (Wade, 2002). Ancak demir yolu nakliyesi seyahat süresinin uzunluğu ve maliyetin yüksekliğinden dolayı çok fazla tercih edilmemiştir (Erzurum ve Yılmaz, 2016). Aynı zamanda ilerleyen süreçte karayolu ile yapılan nakliyelerin deniz ve demiryoluna göre daha az ölüm oranına sahip olması karayolu nakliyesini daha cazip hale getirmiştir (Hutchings and Martin, 1983). Önceleri deniz yolu ile başlayan daha sonra demiryolu, karayolu ve en son olarak da hava yoluyla da gerçekleştirilebilen hayvan nakliye yöntemleri içerisinde canlı hayvanların karayolu ile taşınması, Avrupa Birliği Ülkelerinde ekonomik olarak en önemli nakliye biçimi olup, yılda 4.3 milyon sığır, 33.4 milyon domuz, 3.5 milyon koyun ile kuzu ve 1 milyar kanatlının nakledildiği bildirilmektedir (Anonymous, 2020).

Hayvancılık sektörü yapısal olarak incelendiğinde, küçük ve büyükbaş hayvancılığın daha çok nüfus yoğunluğunun düşük olduğu kırsal bölgelerde yapılmasına karşın, büyük yerleşim merkezlerinin yoğunlaştığı bölgelerin besi hayvanı ihtiyacının söz konusu bölgelerde yetiştirilen hayvanlardan karşılanamaması sonucu, hayvan nakliyesinin zorunlu hale geldiği görülmektedir (Altınçekiç ve Koyuncu, 2010). Bu çalışmada, söz konusu karayolu nakliyesi sırasında oluşan strese neden olan faktörler, bu stresin klinik, hematolojik, biyokimyasal ve immünolojik belirteçleri ile sonuçları ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### Stres Oluşum Mekanizması

Stres, tepki sürelerine ve yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Akut, kısa süreli stresin genel olarak organizma için faydalı olduğu düşünülürken, uzun süreli kronik stres zararlı sonuçlara neden olabilmektedir. Kronik stres, hipotalamik-pituitaryadrenal aksın (HPA) etkileşimi ile ilişkilidir. Kateşolaminler, yani epinefrin ve norepinefrinde eşzamanlı yükselmeler, kortizol üretiminde artışa yol açar. Bunun dışında stres süresinin uzunluğu ile birlikte, stres etkeninin yoğunluğu da önemli bir faktördür (Krizanova et al., 2016). Canlılarda yaşamın devamını sağlamak amacıyla organizmanın iç ve dış ortamlardaki olumsuzluklara karşı geliştirdiği birçok savunma mekanizması mevcuttur. Hayvanlarda homeostazisin bozulmasına ve metabolizmanın değişmesine neden olan çeşitli çevresel faktörlere maruz kalınması farklı fizyolojik değişimlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Genel olarak bu değişimler iki ana başlık altında değerlendirilebilir. Bunlardan birincisi akut stres tepkisi, diğeri ise kronik stres tepkisidir (Bobic et al., 2011). Akut stres tepkisinin sempatik sinir sistemi yoluyla kontrolü mekanizmasında, kolinerjik reseptörler aracılığıyla hedef organlarla olan ilişkilerini sağlayan otonom sinir sisteminin parasempatik iz yolunun nöronları, asetilkolini nörotransmitter olarak kullanmaktadırlar.

Sempatik nöronlar ise, hedef organlarda noradrenalin hormonunu nörotransmitter olarak kullanırlar. Söz konusu parasempatik ve sempatik iz yolları antagonistik olarak fonksiyon yapar ve aralarındaki denge ile vücut sistemlerini regüle ederler (Squires, 2010). Kalp atış hızının düşürülmesi ve sindirim gibi fizyolojik olayların gerçekleştirilmesi için gerekli olan rahatlama devresinde parasempatik iz yolu görev yapar. Tehlike durumlarında ise sempatik iz yolu devreye girer ve adrenalin hormonunun adrenal bezden salgılanmasını uyarır (Pehlivan and Dellal, 2014). Aynı zamanda Turuncus Ensephali'nin Locus Coeruleus bölgesinde bulunan sinir lifleri de stres faktörleri tarafından uyarıldıklarında noradrenalin hormonu salgılamaktadırlar (Squires, 2010). Adrenalin ve noradrenalin hormonları akut stres periyodunda kas ve yağ dokularından ve karaciğerden glikoz serbest yağ asitleri ve aminoasitlerin salgılanmasını uyarmakta; glikoz ve yağ asitlerinin depolanması ile protein sentezini engellemektedir. Ayrıca sindirim, üreme, büyüme ve immun sistemin anabolik süreçleri yavaşlamakta, kalp ve iskelet kaslarına olan kan akımı yeniden düzenlenmekte ve kalp atış hızı artmaktadır. Söz konusu bu hormonal tepki çok kısa süre içerisinde görülmektedir. Kronik stres tepkisinin HPA yoluyla kontrolü hipotalamus tarafından salgılanan kortikotropin salgılatıcı hormonun (CRH) salınımı ile başlar. CRH'nin uyarımı ile hipofiz ön lobundan adreno kortikotropik hormon (ACTH) salınımı uyarılmakta, ACTH'da glikokortikoidlerin adrenal korteksten salgılanmasına neden olmaktadır. Kortizol ise CRH ve ACTH üretimini hipotalamus ve hipofiz üzerinde negatif geri bildirim yaparak azaltmaktadır (Tsigos and Chrousos, 2002; Bobic et al., 2011).

### **Ruminantlarda Nakliye Stresine Neden Olan Faktörler**

Ruminantlarda karayolu nakliyesi sırasında oluşabilecek stres kaynakları arasında yükleme ve boşaltma sırasındaki olumsuz uygulamalar, nakliye süresi, araç dizaynı, hayvanın yaşı ve cinsiyeti, genetik yapı, hayvan başına ayrılan alan miktarı, sarsıntı ve havalandırma faktörleri ön plana çıkmaktadır (Simova et al., 2016).

### **Yükleme ve boşaltma sırasındaki uygulamalar**

Yükleme ve boşaltma sırasındaki yanlış uygulamalar, hayvanların birçok vücut parametrelerinde değişimlere neden olabilmekte ve hayvan refahı açısından olumsuz durumlara yol açmaktadır. Özellikle geleneksel ekstansif koşullarda serbest olarak yetiştirilen hayvanların aniden bir araca yüklenmesi ve dar bir alanda adeta hapsedilmeleri, aşırı bağrışma sesleri altında sopa veya tekme ile müdahale edilmesi hayvanların alışık olmadıkları bir uygulama şeklidir. Bu olumsuz koşullar daha başlangıçtan itibaren hayvanların strese girmelerine neden olabilmektedir (Minka and Ayo, 2009). Tüm bu sebepler nedeniyle araştırmacıların çoğu, yükleme sırasında ve nakliyenin ilk aşamasında stresin yüksek olduğunu bildirmiştir (Hall and Bradshaw, 1998).

### **Nakliye süresi**

Yüklemenin ve nakliye anının ilk etkisinden sonra, nakliye süresinin arttırılması, yorgunluk ve dehidrasyon hayvan refahını olumsuz etkilemektedir ve strese neden olabilmektedir (Fisher et al., 2010). Yükleme sonrası ilk birkaç saat içinde, yükleme ve nakliyeye alışkın olmayan hayvanlardaki stres oldukça fazla olup ilerleyen saatlerde belli bir dereceye kadar değişen bir adaptasyon oluşmaktadır. Ancak taşıma süresi uzadıkça stres tekrar artmaktadır. Bu nedenle nakliye süresi mümkün olduğu kadar kısa olmalıdır. Aksi takdirde nakliye süresinin uzaması hayvanlarda stresin artmasına ve refahın kötüleşmesine neden olmaktadır. Bu durumdaki hayvanlarda hastalıklara duyarlılık ve yorgunluk artmaktadır (Altınçekiç ve Koyuncu, 2010). AB ülkelerindeki yasal düzenlemelerle, karayoluyla nakliye süresinin 8 saati geçmemesi gerektiği; bu süreyi geçmesi durumunda kullanılacak araçlarda yapay havalandırma, su ve yem temini vb. ilave tedbirlerin alınmasının zorunlu olduğu bildirilmektedir

(Anonymous, 2005). Nakliye süresi 8 saatten fazla olan karayolu nakliyelerinde, hayvanlar her 8 saatte en az bir saat süre ile dinlendirilmelidir (Kara ve Koyuncu, 2011).

### Araç dizaynı

Ruminantların karayolu nakliyesi sırasında refahı belirleyen ana faktörlerden birisi de bu amaçla kullanılan aracın tasarımıdır. Nakliye araçları hayvanların güvenli bir biçimde nakliyelerini sağlayacak, kapakları sağlam ve hayvanların atlama ve kaçmalarını engelleyecek özellikte olmalıdır (Fazio and Ferlazzo, 2003). Bu amaçla, özel olarak tasarlanmamış araçlarla hayvanların naklieleri strese ve yaralanmalara neden olmaktadır. Bu nedenle açık kasalı kamyon, kamyonet ve zayıf rampalı tasarıma sahip diğer araçlar ile özellikle hayvan nakliyesi için uygun olmayan çok dar kapılara sahip araçların hayvan nakilleri sırasında kullanımından kaçınılmalıdır (Minka and Ayo, 2009).

### Hayvanların yaş ve cinsiyeti

Hayvanların nakliye sırasındaki davranışları yaş ve cinsiyet gibi faktörlerden etkilenmektedir. Genç sığır veya koyunların nakliyesi, genellikle yaşlı hayvanlara göre daha zor olabilmektedir. Ayrıca erkekler nakliye sırasında dişilere göre daha fazla zorluk çıkarsalar da, bu fark yaşa bağlı da olabilmektedir. Bunun dışında yetiştirme ortamı ve daha önceki deneyimlerin etkisinin de oldukça önemli olabileceği bildirilmektedir (Fazio and Ferlazzo, 2003).

### Genetik yapı

Hayvanlar arasında nakliye ve nakliye ile ilgili çevresel etkilere diğerlerinden daha fazla dayanabilme konusunda görülen varyasyonlar, hayvanın türüyle, ırkıyla veya üretim amacıyla yapılan seleksiyonla ilişkili olabilecek genetik farklılıklardan kaynaklanabilmektedir. Büyükbaş hayvanların küçükbaş hayvanlara göre daha uzun mesafelere daha rahat nakledildiğini bildirirken, sütçü sığır ırklarının nakliye sırasında oluşan stresle başa çıkma yeteneğinin etçi ırklara göre daha iyi olduğunu belirtilmiştir (Albright, 2000; Yıldız ve Saatçı, 2009). Ayrıca, belirli çevresel koşullara ruminantların verebilecekleri tepkiler konusunda ırk faktörünün önemli etkisinin olduğu, Orkney ırkı koyunların, Clun Forest ırkına göre nakliye sırasında daha yüksek bir kalp atış hızı ve tükürük kortizol konsantrasyonuna sahip oldukları rapor edilmiştir (Hall and Bradshaw, 1998).

### Hayvan başına ayrılan alan miktarı

Nakliye sırasında hayvan refahını etkileyen en önemli faktörlerden birisi de araçlarda hayvan başına ayrılan alandır. Bu alan ( $m^2$  hayvan<sup>-1</sup>), birim alana düşen canlı ağırlık veya belli bir canlı ağırlığa ayrılan alan ( $m^2$  100<sup>-1</sup> kg) olarak ifade edilebilir. Çiftlik Hayvanları Refah Komitesi tarafından, nakliye araçlarında hayvan başına ayrılması gereken minimum alanın hesaplanmasında,  $A = 0.021 \times W^{0.67}$  eşitliğinin kullanılması önerilmektedir. Bu eşitlikte A: Her hayvana ayrılması gereken minimum zemin alanını ( $m^2$ ); W: Hayvanın canlı ağırlığını (kg) belirtmektedir. Bunun yanı sıra, söz konusu komite tarafından yapılmış kırılmamış ve nakliye süresi 4 saatten daha az olan kuzuların nakliyesinde ise, hayvan başına ayrılması gereken alanın belirlenmesinde  $A = 0.025 W^{0.67}$  eşitliğinin kullanılması önerilmiştir (Erzurum ve Yılmaz, 2016). Ayrıca, nakliye süresi, hayvanın türü, canlı ağırlığı, sığırlarda ve koyunlarda boynuzluluk durumu, cinsiyet, yaş, çevre sıcaklığı, gebelik durumu ve koyunlarda yapağı uzunluğu gibi faktörler de yükleme yoğunluğuna etkili olmaktadır.

### Havalandırma

Ruminantların nakliyesi sırasında 500 kg lık bir büyükbaş hayvan 560 watt, 30 kg lık koyun ise 78 watt ısı üretmektedir. Uzunluğu 13 m, genişliği 6 m olan ve tavsiye edilen miktarda hayvan başına alanın ayrıldığı tipik bir canlı hayvan taşıma aracında, üretilen toplam ısı miktarı sığırlarda 13400 watt, koyunlarda ise 8000 watt olmaktadır. Bu sırada hayvanlar araç içinde büyük miktarda ısı ve su kaybeder.

Sıcak koşullarda ise, hayvanlar nefes nefese kalırlar ve daha fazla terleyerek çok fazla su kaybederler. Bu durum hayvan refahı önemli oranda olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle araç içerisinde hayvanların vücut sıcaklığına yakın değerlerde sıcaklık ve nem içeren bir ortamın oluşturulması gerekmektedir (Kettlewell et al., 2000).

## **Ruminantlarda Nakliye Stresinin Klinik, Hematolojik, Biyokimyasal ve İmmunolojik Belirteçleri**

### **Klinik belirteçler**

Nakliye stresine maruz kalan hayvanlarda klinik değişimler başlıca vücut sıcaklığı, nabız ve solunum sayısında meydana gelmektedir. Hayvanların nakliyesi sırasında adrenal korteks cevaba bağlı olarak vücut sıcaklıklarında artış şekillenmektedir (Trunkfield and Broom, 1991). Bu artış nakliye başlamadan önceki koşullara bağlı olmakla beraber ortalama 1 °C olmaktadır. Aynı zamanda artan vücut sıcaklığından araç hareketlerine bağlı olarak şekillenen fiziksel efor da sorumlu tutulmaktadır. Nakliye süresince artan vücut sıcaklığı araç hareket ettikçe dengeyi sağlayabilmek için hayvanın gösterdiği fiziksel reaksiyonu yansıtmaktadır (Broom, 2003). Bu durum “Hayvanlar alışkın olmadıkları bir nakliye olayı sırasında kamyonda daha fazla bir hareketlilik gösterirler, bu durum da vücut sıcaklığında artışa neden olur” hipoteziyle uyum içerisindedir (Wickham et al., 2012). Hayvanlarda korku anında kalp atım hızı düşebilmesine rağmen, çiftlik hayvanları üzerinde yapılan bir çok çalışmada, kalp atım hızında görülen artışın rahatsız edici durumlar ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Kalp atış hızındaki artış yararlı bir refah ölçüsüdür. Ancak bu durum yalnızca hayvanların nakliye, araçlara yükleme ve nakliyesi sırasında karşılaştıkları belirli akut etkiler gibi kısa vadeli problemler için geçerlidir. Bununla birlikte, olumsuz koşullar oldukça uzun süreler boyunca yüksek kalp atış hızına yol açabilmektedir (Broom, 2003). Hayvanların araca yüklenmesi, taşınması ve indirilmesi sırasında oluşan stresin, hayvanların bedensel işlevlerinde ciddi değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir (Eniolorunda et al., 2009). Solunum hızı hayvanların sağlık durumunun ve strese karşı vücudun uyarlanabilirliğinin yerinde değerlendirilmesi için en önemli fizyolojik parametrelerden biridir (Minka and Ayo, 2007).

### **Hematolojik belirteçler**

Nakliye stresine maruz kalan hayvanlarda meydana gelen hematolojik değişiklikler özellikle nötrofil, eozinofil ve mononükleer hücrelerin artışı ile karakterize lökositoz şeklinde olmaktadır. Ayrıca nakliye stresi lenfopeniye neden olmaktadır. Hematolojik parametrelerdeki bu değişimler nakliye stresinin belirlenmesinde önemlidir (Fazio et al., 2012). Koyunlar üzerinde yapılan çalışmalarda da uzun süreli taşıma sonucunda lenfopeni ve nötrofil şekillendiği tespit edilmiştir (Fisher et al., 2010). Yapılan bir çalışmada nakliye sırasında özellikle T lenfositlerin sayısının azaldığını, B lenfositlerin sayısında ise belirgin bir değişiklik olmadığını bildirilmiştir (Murata et al., 1987). Diğer bir çalışmada da uzun süreli karayolu nakliyesi sonucunda koyunlarda, lenfopeni meydana geldiği ve T lenfositlerle pozitif korelasyon gösteren Adenozin Deaminaz Aktivitesinde azalma tespit edilmiştir (Yanar, 2020). Ayrıca karayolu ile nakliye edilen hayvanlarda eritrosit ve lökosit sayılarında da sırasıyla % 5.3 ve % 3.9 oranlarında artış olduğu, eozinofil ve lenfosit sayılarında sırasıyla % 300 ile % 6.1 oranındaki azalma ve nötrofil sayısındaki % 11.3 lük artıştan dolayı lökosit sayısı değiştiği saptanmıştır (Minka and Ayo, 2007). Koyunlar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, hematokrit değerinin ise nakliye öncesi en yüksek seviyede olduğu, ancak yüklemenin hemen sonrası hematokrit değerinin aniden düştüğü ve nakliyenin ilerleyen saatlerinde kademeli olarak düşüşün devam ettiğini belirtilmiştir (Broom et al., 1996). Yolculuğun farklı zamanlarında hematokrit değerlerinde dehidrasyonda dolayı artışlar olduğu Parker et al., (2007) tarafından bildirilirken, Knowles et al., (1999a) nakliye edilen bütün buzağılarda hematokrit değerinde düşüşler olduğunu rapor etmişlerdir. Tadich et al., (2005) de yaptıkları çalışmada hematokrit

değerdeki azalmanın nakliye edilen sığırların progressif bir alışma gösterdiklerinin işareti olarak değerlendirilebileceğini bildirmektedirler.

### Biyokimyasal belirteçler

Karayolu nakliye stresi adreno kortikal aktiviteyi artırmakta ve kandaki bu artış nakliye öncesinde bile hayvanların fizyolojik streslerinin bir indikatörü olarak değerlendirilmektedir. Yeni bir ortam, yükleme, motor gürültüsü, araç hareketleri vs. stres unsurları olarak ifade edilmektedir. Koyunlarda yapılan bir çalışmada, hayvanların bireysel kafeslerinden alınıp araca yüklenmesi ve daha sonra aracın hareket etmesi ile kortizol seviyesinin 3.5 kat arttığı bildirilmiştir (Werner and Gallo, 2008). Diğer bir çalışmada 31 saatlik nakliye sırasında yatan sığırların ayakta duranlara oranla daha yüksek plazma kortizol seviyesine sahip oldukları rapor edilmiştir (Knowles et al., 1999b). Japon keçilerinde de, plazma kortizol seviyesinin karayolu nakliyesi sonucunda 42 ng ml<sup>-1</sup> den 166 ng ml<sup>-1</sup> ye yükseldiği tespit edilmiştir (Nwe et al., 1996).

Özellikle sıcak günlerde nakliye sırasında ortaya çıkan stres faktörleri hayvanlarda homeostazın ve devamında metabolizmanın bozulmasına neden olmaktadır (Averos et al., 2008). Bunun sonucu olarak, kanda Aspartat aminotransferaz (AST), Alanin aminotransferaz (ALT), glutamik fosfataz, glikoz, kreatin-fosfat kinaz (CPK), kortizol, laktik asit, ürik asit ve serbest yağ asitleri artar (Parker et al., 2007). Hayvanların yakalanması, yüklenmesi ve nakliye sırasında gelişen stresin yol açtığı kas membran geçirgenliğindeki artışın bir sonucu olarak dokularda oluşan tahribat, kas dokusunun zayıf reperfüzyonu (yeniden kanlanması), azalan ısı yayılımı, hipoksi ve aşırı yorgunluğa neden olmaktadır (Guardia et al., 2009). Buzağılarda da yapılan bir çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiş ve artan CPK seviyesinin nakliye sonrası 4. saatte yavaş yavaş düşmeye başladığı bildirilmiştir (Knowles et al., 1999b).

Stresli nakliye koşulları, uzun süreli açlık durumu ve kortizol konsantrasyonundaki artış, kaslardaki nükleik asit ve proteinlerin parçalanmalarını işaret eden plazma üre seviyesindeki artışa neden olmakta ve nakliye stresinin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Parker et al., 2007). Sığırların kısa süreli karayoluyla taşınması sonucunda plazma üre seviyesi 1.5 mmol l<sup>-1</sup>'den 3.6 mmol l<sup>-1</sup>'e, 36 saatlik uzun yolculuk sonunda ise 4.3 mmol l<sup>-1</sup>'e çıktığı ve ancak 72 saat sonunda nakliye öncesi değerlere dönebildiği bildirilmiştir (Knowles et al., 1999b). Benzer şekilde buzağılar ve keçilerde de nakliye öncesi plazma üre seviyelerine nakliye sonrası 3 günlük dinlenme periyodunun sonunda ulaşılmıştır (Albright, 2000; Kannan et al., 2007).

Yaygın olarak kullanılan plazma glikoz seviyesi, nakliye stresinin fizyolojik indikatörlerinden birisidir (Averos et al., 2008). Stres süresince salgılanan kateşolaminler ve glukokortikoidlerin artışına bağlı olarak iskelet kaslarındaki glikojen depoları tüketilir ve karaciğerdeki glikojen parçalanarak plazma glikoz seviyesi yükselir (Tadich et al., 2005). Keçilerin 2.5 saatlik karayolu nakliyesi sonucu glikoz konsantrasyonunun yükseldiği ve nakliye sonrası 3 saat boyunca bu seviyeyi koruduğu, daha sonra düşmeye başladığı saptanmıştır (Kannan et al., 2000). Sığırların plazma glikoz seviyelerinin de 31 saatlik nakliye boyunca 4.5 mmol l<sup>-1</sup> den 5.5 mmol l<sup>-1</sup> e yükseldiği bildirilmiştir (Knowles et al., 1999b).

Albumin, total protein ve hemoglobin konsantrasyonları incelendiğinde bu parametrelerin aslında uzun süreli karayolu nakliyesinin bir sonucu olarak dehidrasyon gösteren hayvanlarda ortaya çıkan parametreler olduğu bildirilmektedir (Parker et al., 2003). Sığırlar üzerine yapılan bir çalışmada, ciddi seviyedeki dehidrasyonun bir sonucu olarak plazma total protein, albumin, hemoglobin konsantrasyonlarının arttığı ve nakliye sonrası padoklarda dinlenmeleri sonucunda söz konusu değerlerin normale döndüğü bildirilmiştir (Parker et al., 2007). Sığırların 31 saatlik karayolu nakliyesi sonucunda, yolculuğun süresinden bağımsız olarak plazma total protein seviyelerinin önemli derecede

79 g l<sup>-1</sup> den 86 g l<sup>-1</sup> ye yükseldiği, plazma albumin düzeyinde ise istatistiksel olarak önemli bir değişimin olmadığı tespit edilmiştir (Knowles et al., 1999b).

### İmmünojenik belirteçler

Nakliye sırasında oluşan strese bağlı olarak hayvanlarda enfeksiyon eşliğinin düşmesi veya enfeksiyon başlatmak için gereken patojen miktarının azalması, hayvanları enfeksiyonlara karşı daha duyarlı hale getirir. Bununla birlikte, patojenlerin iletimi alıcı hayvanda her zaman hastalığın tetiklendiği anlamına gelmemektedir. Hayvanların hastalığa duyarlılığı, vücut savunma sistemlerinin özellikle de bağışıklık sisteminin etkilendiği durumlarda artar. Zayıf refah koşulları, bu sistemlerin verimliliğini düşürür, enfeksiyonlara yatkınlık meydana gelebilir ve immunsupresyon oluşabilmektedir (Broom and Johnson, 2000). Nakliyeye maruz kalan hayvanlar, karıştırıldıkları diğer hayvanlar tarafından kontamine olmuş bir ortamdaki gelen patojenlerle enfekte olabilirler. Hayvanların nakliyesinden hemen sonra oluşan bu enfeksiyonlar, hayvanların refahı hayvansal üretim maliyetleri ile ilgili olarak büyük önem taşımaktadır (Earley et al., 2012). Nakliye sonrası immunsupresyona bağlı olarak ruminantlarda bovine herpes virüs, buzağı ve koyunlarda pasteurellosis, koyunlarda ve atlarda salmonellosis gibi enfeksiyonlarda artışlar meydana gelmektedir (Brogden et al., 1998).

### Karayolu Nakliye Stresinin Sonuçları

Nakliye stresi çiftlik hayvanları ve diğer memeli hayvan türlerinin merkezi sinir sisteminin, HPA ve sempato adrenomedüller ekseninin aktivasyonuna yol açan fizyolojik tepkilere neden olmaktadır (Minton, 1994). HPA aktivasyonu sonucunda ACTH salınımı uyarılmakta ve böbreküstü bezi korteksinden ACTH'nin etkisiyle kortizol sekresyonunda artış meydana gelmektedir. HPA aktivasyonu sonucu artan kortizol; karaciğer dışında protein yapımında azalmaya, yıkımında artışa, lenfoid dokuda atrofiye neden olarak immunoglobulin miktarında azalmaya, kan basıncında artışa, eosinofil, lenfosit sayısında azalmaya, eritrosit sayısında ise artışa, glikojenolizde artışa, yağ depolarından yağ asitlerinin mobilize edilmesine, karaciğere aminoasitlerin girişini kolaylaştırmaya, lökosit diapedezini azaltarak inflamasyonun bloke edilmesine, oksidatif hasara, mental aktivitede artışlara ve gastrointestinal sistemde hipersekresyon ile hiperasiditeye neden olmaktadır. Ayrıca yüksek kortizol T lenfosit üretimini azaltarak lenfopeniye, dolayısıyla immunsupresyon şekillenmesine neden olmaktadır (Aktaş ve ark., 2011; McGregor et al., 2016).

Araştırmacılar son dönemlerde karayolu nakliye stresine maruz kalan ruminantlarda rumen florasındaki değişimlere yönelmiş bu kapsamda Li et al., (2019) yaptıkları bir çalışmada Simmental melezi, Yerli Sarı ve Yak sığırlarını karayolu ile taşıyarak hormon seviyeleri, mikrobiyal fermantasyon, mikrobiyal kompozisyon, immun sistem ve bu parametrelerin aralarındaki korelasyonları araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda tüm gruplarda kortizol, ACTH ve proinflamatuvar sitokinlerde, yine tüm gruplarda uçucu yağ asitlerinde ve simmental melezi ile yak sığırlarında rumen polisakaritlerinde artış tespit edilmiş ve karayolu taşıma stresine maruz kalan hayvanlarda HPA aktivasyonuna bağlı olarak rumen mikrobiyotasının hormon seviyesi ve immun sistemin etkilenebileceği bildirilmiştir (Li et al., 2019). Deng et al., (2017) karayolu nakliyesinin sığırlardaki rumen mikrobiyal değişimi üzerinde yaptıkları çalışmada, nakliye sonrası selülitik bakterilerin (*Fibrobacter succinogenes* ve *Ruminococcus flavefaciens*), *Ruminococcus amylophilus* ve *Prevotella albensis*'in 6. saatte arttığını ve nakliye sonrası 15. günde azaldığını bildirmiştir. Benzer şekilde *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Prevotella bryantii*, *Prevotella ruminicola* ve *Anaerovibrio lipolytica* sayılarının nakliye sonrası önemli bir düzeyde azaldığını, rumendeki asetik asit konsantrasyonu artarken, rumen pH'sı, propiyonik ve bütirik asit konsantrasyonlarının azaldığını bildirmiş, vücut ağırlıklarında ise nakliye sonrası 3 gün boyunca azalma, nakliye sonrası 15. gün artış olduğunu tespit etmişlerdir (Deng et al., 2017).

Uzun süreli nakliyeler aynı zamanda hayvanların et kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Hayvanlarda kas aktivitesi için gerekli enerji, kas glikozundan (glikojen) elde edilir. Sağlıklı ve iyi dinlenmiş hayvanda kasın glikojen içeriği yüksektir. Hayvan kesildikten sonra, kastaki glikojen laktik aside dönüşür ve rigor mortis gelişir. Laktik asit kesim sonrası karkas pH'sının arzu edilen seviyeye düşmesi ve bunun sonucunda lezzetli, yumuşak, kaliteli ve arzu edilen renkte et üretimi için gereklidir. Kesim öncesinde ve sırasında hayvanlar strese girdiğinde kas glikojeni tükenmekte ve kesim sonrası ette gelişen laktik asit seviyesi azalmaktadır. Bu durum et kalitesini ciddi anlamda olumsuz yönde etkilemektedir (Chambers and Grandin, 2001). Azalan kas glikojen deposu aynı zamanda kuru, sert ve koyu et (DFD) problemine de yol açmaktadır. Ruminantlarda özellikle, sığırlarda nakliye sonucu DFD ürünlerde artışlar görülmektedir. Bu durum etin ezilmesi ve zedelenmesi yanında, nakliyeye bağlı ortaya çıkan önemli bir et kalitesi problemidir (Knowles, 1999).

## SONUÇ

Ruminantların karayolu ile nakliye sırasında oluşabilecek nakliye stresinin önemli kaynakları arasında yer alan nakliye süresi, araç dizaynı, hayvanın yaşı ve cinsiyet, yükleme ve boşaltma sırasındaki olumsuz uygulamalar, genetik yapı, hayvan başına ayrılan alan miktarı, sarsıntı ve havalandırma gibi faktörlerin etkileri dikkate alınarak söz konusu etkenlerin stres düzeyini minimum seviyeye indirecek önlemlerin alınması gereklidir. Ayrıca, hayvan refahının artırılması ve nakliye stresinin azaltılması için yükleme, taşıma ve boşaltma evrelerinde olumsuz yönde etkileyen tüm stres yapıcı faktörler bir bütün olarak ele alınmalıdır.

## Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## KAYNAKLAR

- Aktaş MS, Ozkanlar S, Karakoç A, Akçay F, Ozkanlar Y, 2011. Efficacy of Vitamin E+ Selenium and Vitamin A+ D+ E Combinations on Oxidative Stress Induced by Long-Term Transportation in Holstein Dairy Cows. *Livestock Science*, 141: 76-79.
- Albright J, 2000. *Dairy Cattle Behaviour, Facilities, Handling and Husbandry*. CABI Publishing, pp. 127-150, Fort Collins-Colorado-USA.
- Altınçekiç ŞÖ, Koyuncu M, 2010. Nakil Koşullarının Hayvan Refahı Üzerine Etkileri. *Hayvansal Üretim*, 51: 48-56.
- Anonymous. 2005. Council Regulation 1/2005/EC on the Protection of Animals During Transport and Related Operations. ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/621853/PRS\\_STU\(2018\)621853\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2018/621853/PRS_STU(2018)621853_EN.pdf)), (Erişim tarihi: 27.11.2020).
- Anonymous. 2020. EU trade and transport of live animals. ([https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2020/646170/EPRS\\_ATA\(2020\)646170\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2020/646170/EPRS_ATA(2020)646170_EN.pdf)), (Erişim tarihi: 23.02.2021).
- Averos X, Martin S, Riu M, Serratosa J, Gosálvez LF, 2008. Stress Response of Extensively Reared Young Bulls Being Transported to Growing-Finishing Farms Under Spanish Summer Commercial Conditions. *Livestock Science*, 119: 174-182.
- Bobic T, Mijic P, Knezevic I, Speranda M, Antunovic B, Baban M, Sakac M, Frizon E, Koturic T, 2011. The Impact of Environmental Factors on the Milk Ejection and Stress of Dairy Cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27: 919-927.
- Bozkurt Z, 2016. Çiftlik Düzeyinde Hayvan Refahı Değerlendirmesi İçin Bilimsel Yaklaşımlar. *Kocatepe Veterinary Journal*, 9: 236-246.



- Brogden KA, Lehmkuhl HD, Cutlip RC, 1998. Pasteurella Haemolytica Complicated Respiratory Infections in Sheep and Goats. *Veterinary Research*, 29: 233-254.
- Broom DM, Goode JA, Hall S, Lloyd DM, Parrott R, 1996. Hormonal and Physiological Effects of a 15 Hour Road Journey in Sheep: Comparison With the Responses to Loading, Handling and Penning in the Absence of Transport. *British Veterinary Journal*, 152: 593-604.
- Broom DM, Johnson KG, 2000. *Stress and Animal Welfare*. Springer Netherlands Publishers, p. 211, London-United Kingdom.
- Broom DM, 2003. Transport Stress in Cattle and Sheep with Details of Physiological, Ethological and Other Indicators. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 110: 83-88.
- Chambers F, Grandin T, 2001. *Guidelines for Humane Handling, Transport and Slaughter of Livestock*. RAP publication, pp. 3-4, Bangkok-Thailand.
- Deng L, He C, Zhou Y, Xu L, Xiong H, 2017. Ground Transport Stress Affects Bacteria in the Rumen of Beef Cattle: A Real-Time PCR Analysis. *Animal Science Journal*, 88: 790-797.
- Earley B, Murray M, Prendiville DJ, Pintado B, Borque C, Canali E, 2012. The Effect of Transport by Road and Sea on Physiology, Immunity and Behaviour of Beef Cattle. *Research in Veterinary Science*, 92: 531-541.
- Eniolorunda O, Fashina O, Aro O, 2009. Adaptive Physiological Response to Load Time Stress During Transportation of Cattle in Nigeria. *Archivos de Zootecnia*, 58: 223-230.
- Erzurum O, Yılmaz A, 2016. Sığır Nakillerinde Refah ve Davranış İlişkisi. *Kocatepe Veteriner Dergisi*, 9: 357-362.
- Fazio E, Ferlazzo A, 2003. Evaluation of Stress During Transport. *Veterinary Research Communications*, 27: 519-524.
- Fazio E, Medica P, Cravana C, Cavaleri S, Ferlazzo A, 2012. Effect of Temperament and Prolonged Transportation on Endocrine and Functional Variables in Young Beef Bulls. *Veterinary Record*, 171: 644-644.
- Fisher AD, Niemeyer DO, Lea JM, Lee C, Paull DR, Reed MT, Ferguson DM, 2010. The Effects of 12, 30, or 48 Hours of Road Transport on the Physiological and Behavioral Responses of Sheep. *Journal of Animal Science*, 88: 2144-2152.
- Guardia M, Estany J, Balasch S, Oliver MA, Gispert M, Diestre A, 2009. Risk Assessment of Skin Damage due to Pre-Slaughter Conditions and RYR1 Gene in Pigs. *Meat Science*, 81: 745-751.
- Hall SJ, Bradshaw RH, 1998. Welfare Aspects of the Transport by Road of Sheep and Pigs. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 1: 235-254.
- Hutchings D, Martin S, 1983. A Mail Survey of Factors Associated with Morbidity and Mortality in Feedlot Calves in Southwestern Ontario. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 47: 101.
- Kannan G, Terrill T, Kouakou B, Gazal O, Gelaye S, Amoah EA, Samake S, 2000. Transportation of Goats: Effects on Physiological Stress Responses and Live Weight Loss. *Journal of Animal Science*, 78: 1450-1457.
- Kannan G, Saker KE, Terrill TH, Kouakou B, Galipalli S, Gelaye S, 2007. Effect of Seaweed Extract Supplementation in Goats Exposed to Simulated Preslaughter Stress. *Small Ruminant Research*, 73: 221-227.
- Kara NK, Koyuncu M, 2011. Sığırlarda Taşıma Sırasında Hayvan Refahına Etki Eden Faktörler. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17: 511-516.
- Kettlewell P, Hoxey R, Mitchell M, 2000. Heat Produced by Broiler Chickens in a Commercial Transport Vehicle. *Journal of agricultural engineering research*, 75: 315-326.
- Knowles G, 1999. A Review of the Road Transport of Cattle. *Veterinary Record*, 144: 197-201.
- Knowles TG, Brown SN, Edwards JE, Phillips JE, Warriss PD, 1999a. Effect on Young Calves of a One-Hour Feeding Stop During a 19-Hour Road Journey. *Veterinary Record*, 144: 687-692.
- Knowles TG, Warriss PD, Brown SN, Edwards JE, 1999b. Effects on Cattle of Transportation by Road for up to 31 Hours. *Veterinary Record*, 145: 575-582.
- Krizanova O, Babula P, Pacak K, 2016. Stress, Catecholaminergic System and Cancer. *Stress*, 19: 419-428.

- Li F, Shah AM, Wang Z, Peng Q, Hu R, Zou H, Tan C, Zhang X, Liao Y, Wang Y, Wang X, Zeng L, Xue B, Wang L, 2019. Effects of Land Transport Stress on Variations in Ruminal Microbe Diversity and Immune Functions in Different Breeds of Cattle. *Animals (Basel)*, 9: 599.
- McGregor BA, Murphy KM, Albano DL, Ceballos RM, 2016. Stress, Cortisol, and B Lymphocytes: a Novel Approach to Understanding Academic Stress and Immune Function. *Stress*, 19: 185-191.
- Minka NS, Ayo J, 2007. Road Transportation Effect on Rectal Temperature, Respiration and Heart Rates of Ostrich (*Struthio Camelus*) Chicks. *The journal Veterinarski arhiv*, 77: 39-46.
- Minka N, Ayo J, 2009. Physiological Responses of Food Animals to Road Transportation Stress. *African Journal of Biotechnology*, 8: 7415-7427.
- Minton JE, 1994. Function of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis and The Sympathetic Nervous System in Models of Acute Stress in Domestic Farm Animals. *Journal of Animal Science*, 72: 1891-1898.
- Murata H, Takahashi H, Matsumoto H, 1987. The Effects of Road Transportation on Peripheral Blood Lymphocyte Subpopulations, Lymphocyte Blastogenesis and Neutrophil Function in Calves. *British Veterinary Journal*, 143: 166-174.
- Nwe TM, Hori E, Manda M, Watanabe S, 1996. Significance of Catecholamines and Cortisol Levels in Blood During Transportation Stress in Goats. *Small Ruminant Research*, 20: 129-135.
- Parker AJ, Hamlin GP, Coleman CJ, Fitzpatrick LA, 2003. Quantitative Analysis of Acid-Base Balance in Bos Indicus Steers Subjected to Transportation of Long Duration. *Journal of Animal Science*, 81: 1434-1439.
- Parker A, Dobson G, Fitzpatrick L, 2007. Physiological and Metabolic Effects of Prophylactic Treatment with the Osmolytes Glycerol and Betaine on Bos Indicus Steers During Long Duration Transportation. *Journal of Animal Science*, 85: 2916-2923.
- Pehlivan E, Dellal G, 2014. Memeli Çiftlik Hayvanlarında Stres, Fizyoloji ve Üretim İlişkileri. *Hayvansal Üretim*, 55: 25-34.
- Simova V, Večerek V, Passantino A, Voslarova E, Pre-Transport Factors Affecting the Welfare of Cattle During Road Transport for Slaughter—A Review. *Acta Veterinaria Brno*, 85: 303-318, 2016.
- Squires E, 2010. Effects on Animal Behaviour, Health and Welfare. *Applied Animal Endocrinology*, 2: 235-272.
- Swanson J, Morrow-Tesch J, 2001. Cattle Transport: Historical, Research, and Future Perspectives. *Journal of Animal Science*, 79: E102-E109.
- Tadich N, Gallo C, Bustamante H, Schwerter M, Schaik GV, 2005. Effects of Transport and Lairage Time on Some Blood Constituents of Friesian-Cross Steers in Chile. *Livestock Production Science*, 93: 223-233.
- Trunkfield H, Broom D, 1991. The Effects of the Social Environment on Calf Responses to Handling and Transport. *Applied Animal Behaviour Science*, 30: 177.
- Tsigos C, Chrousos GP, 2002. Hypothalamic–Pituitary–Adrenal Axis, Neuroendocrine Factors and Stress. *Journal of Psychosomatic Research*, 53: 865-871.
- Wade LC, 2002. *Chicago's Pride: The stockyards, packingtown, and environs in the nineteenth century*, University of Illinois Press, p. 47, Chicago-USA.
- Werner M, Gallo C, 2008. Effects of Transport, Lairage and Stunning on the Concentrations of Some Blood Constituents in Horses Destined for Slaughter. *Livestock Science*, 115: 94-98.
- Wickham SL, Collins T, Barnes AL, Miller DW, Beatty DT, Stockman C, Blache D, Wemelsfelder F, Fleming PA, 2012. Qualitative Behavioral Assessment of Transport-Naïve and Transport-Habituated Sheep. *Journal of Animal Science*, 90: 4523-4535.
- Yanar KE, 2020. Morkaraman Irkı Koyunlarda Uzun Süreli Transportta Oluşan Stresin Neden Olduğu Immun Supresyon Üzerine Parapoxvirus Ovis, *Corynebacterium Cutis* Lizatı ve C Vitamininin Etkisinin Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, (Basılmamış).
- Yıldız Ü, Saatçı M, 2009. An Evaluation of the Welfare in the Large and Small Animal Transportations Made From Sarıkamış. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 15: 363-368.