

**SPRAGUE DAWLEY RATLARDA
KISALTILMIŞ IŞIK SÜRESİNİN
BAZI BÜYÜME ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Pelin Ayça DEMİR

**Zootekni Anabilim Dalı
Tez Yöneticisi
Doç. Dr. Nilüfer SABUNCUOĞLU ÇOBAN**

Yüksek Lisans Tezi - 2010

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Programı

SPRAGUE DAWLEY RATLARDA KISALTILMIŞ IŞIK SÜRESİNİN

BAZI BÜYÜME ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Pelin Ayça DEMİR

Tez Savunma Tarihi : 22.09.2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Nilüfer SABUNCUOĞLU ÇOBAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ömer ÇOBAN

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ekrem LAÇIN

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Derviş ÖZDEMİR

Prof. Dr. İsmail CEYLAN
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	II
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ŞEKİL ve TABLOLAR DİZİNİ.....	IV
ÖZGEÇMİŞ.....	V
ÖZET.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	5
3. MATERYAL ve METOT.....	10
3. 1. Materyal.....	10
3. 2. Metot.....	10
3. 3. İstatistiksel Analiz.....	11
4. BULGULAR.....	13
4. 1. Doğum - Sütten Kesim Arası Dönem [0 - 3. Hafta].....	13
4. 2. Sütten Kesim Sonrası Dönem [4 - 15. Hafta].....	13
4. 3. Kesim Öncesi Canlı Ağırlık - Kesim Sonrası Organ Ağırlıkları [15. Hafta]	15
4. 4. Testis ve Ovaryum Ağırlıkları.....	16
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	24
6. KAYNAKLAR.....	29

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanmasında, yürütülmesinde ve değerlendirilmesinde emeği geçen Danışman Hocam Sayın Doç. Dr. Nilüfer SABUNCUOĞLU ÇOBAN'a, çalışmam süresince yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Ömer ÇOBAN'a, Zootečni Anabilim Dalı Öğretim Üyeleri Sayın Doç. Dr. Ekrem LAÇIN, Sayın Doç. Dr. Ahmet YILDIZ'a, ATADEM Müdürü Sayın Doç. Dr. Derviş ÖZDEMİR ve Merkez çalışanlarına, Zootečni ve Anatomi kürsüleri Araştırma Görevlilerine,

Moral ve motivasyonlarıyla destek veren babam, annem, eşim ve kızım Öykü'ye teşekkürlerimi sunarım.

SİMGELER DİZİNİ

gr	: Gram
sa	: Saat
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
%	: Yüzde

ŞEKİL VE TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Doğum-sütten kesim arası (0 - 3. Hafta) yavruların canlı ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{x} \pm S_x$) ile varyans analiz sonuçları.

Tablo 2a. Sütten kesim sonrası (4 - 10. Hafta) yavruların canlı ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{x} \pm S_x$) ile varyans analiz sonuçları.

Tablo 2b. Sütten kesim sonrası (10 - 15. Hafta) yavruların canlı ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{x} \pm S_x$) ile varyans analiz sonuçları

Tablo 3. Kesim öncesi canlı ağırlık, kesim sonrası organ ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{x} \pm S_x$) ile varyans analiz sonuçları.

Tablo 4. Kesim sonrası ovaryum ve testis ağırlık ortalamaları, standart hataları ($\bar{x} \pm S_x$) ile varyans analiz sonuçları.

Şekil 1. Doğum-sütten kesim arası (0 - 3. Hafta) yavruların haftalık canlı ağırlık artış grafiği.

Şekil 2. Sütten kesim sonrası (4 - 15. Hafta) yavruların haftalık canlı ağırlık artış grafiği.

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Erzurum’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimlerini Erzurum’da çeşitli okullarda tamamladı. 1998 yılında kayıt olduğu Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesinden 2003 yılında mezun oldu.

2004 - 2007 yıllarında özel bir kuruluştaki sorumlu yöneticilik yaptı, 2007 yılından itibaren ise T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığında Veteriner Hekim olarak çalışmaktadır.

Evli ve Öykü isminde bir çocuğu bulunan Pelin Ayça DEMİR, İngilizce bilmektedir

ÖZET**SPRAGUE DAWLEY RATLARDA KISALTILMIŞ IŞIK SÜRESİNİN BAZI
BÜYÜME ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

Bu çalışmada, outbred Sprague Dawley ratlarda, kısaltılmış ışık süresinin bazı büyüme özelliklerine etkisi incelendi. Yavrular ($n= 96$), 12 sa aydınlık/karanlık (kontrol) ve kısaltılmış ışık (9 sa aydınlık/15 sa karanlık: muamele) olmak üzere iki fotoperiyod şartına maruz bırakıldılar.

Muamele grubu ratlarda, 15 haftalık yaşta, canlı ağırlık, kalp, karaciğer, dalak, akciğer, böbrek, mide, adren, testis, ovaryum, kalın ve ince bağırsakların ölçümleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Vücut ağırlığı artışı ile kalp, karaciğer, dalak ağırlık ve kalın bağırsak uzunlukları, kontrol ve muamele grupları arasında farklılık göstermedi ($P> 0,05$). Kontrol ve muamele grupları arasında testis ve ovaryum ağırlıkları arasında da istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmedi. Kısa fotoperiyoda maruz bırakılan ratların akciğer, böbrek, mide, adren ve ince bağırsakları, kontrol grubuna göre daha düşük ağırlıklarda belirlendi ($P< 0,01$ ve $P< 0,05$).

Kısa fotoperiyodun, outbred Sprague Dawley ratlarda, 0-15 haftalık yaş dönemlerinde, vücut ve üreme organlarının ağırlığı üzerinde etkisi bulunmadı ancak, 9 sa aydınlatmanın, bazı organların gelişimi üzerinde baskılayıcı etkisi oldu. Bazı outbred Sprague Dawley rat soylarının, vücut ve üreme organlarında ağırlık kaybı olmaksızın kısa fotoperiyod şartlarında da yetiştirilebilecekleri sonucuna varıldı.

Anahtar Sözcükler: Sprague Dawley, fotoperiyod, büyüme.

ABSTRACT**EFFECT OF SHORT PHOTOPERIOD ON SOME GROWTH TRAITS IN
SPRAGUE DAWLEY RATS**

In this study, the effect of short photoperiod on some growth traits in outbred Sprague Dawley rats was examined. The pups (n= 96) were assigned to two photoperiod groups: 12 h of light/dark (control) and short days (9 h of light/15 h of dark: experiment).

Measures of body, heart, liver, spleen, lung, kidney, gastear, adrenal gland, testis, ovary, small and large intestines in experimental group rats were compared to those of control group, at 15 weeks of age. Body mass gain, weight of heart, liver and spleen and large intestine length in control and experimental rats were not significantly different ($P>0,05$). No significant differences were observed in testis and ovary weights between control and experiment groups, statistically. Rats exposed to short photoperiod had lower lung, kidney, gastear, adrenal gland and small intestine mass than those of control rats ($P< 0,01$ and $P< 0,05$).

In outbred Sprague Dawley rats, short photoperiod had no effect on body mass and reproduction organs, from 1 to 15 weeks of age but 9 h lighting regime may have an inhibiting effect in some organ development. It is concluded that, some strains of outbred Sprague Dawley rats may also be kept under short photoperiod conditions, without reducing body weight and reproductive organ growth.

Key Words: Sprague Dawley, photoperiod, growth.

1. GİRİŞ

Hayvan deneyleri, Sağlık ve Fen Bilimleri araştırmalarının en önemli etabını oluşturur. Veteriner Hekimliği, Tıp, Biyoloji, Tarım Bilimleri ve ilgili disiplinlerin 21. yüzyıl bilgi birikimine sahip olmasında, hayvan deneylerinin rolü büyüktür.

Hayvan deneyleri, çok çeşitli tür hayvan ve insanla yapılabilmesine karşın, en çok kullanılan hayvan türleri, laboratuvar hayvanlarıdır. Laboratuvar hayvanları, küçük bedenli, kolay ve kısa sürede üreyebilen, birim zamanda çok kere gebe kalabilen, bir gebelikte çok sayıda yavru veren, düşük maliyet ve iş gücü ile üretilebilen, generasyon aralığı kısa, bakım, besleme ve barındırılması kolay hayvan türlerini içerir.

Başlıca laboratuvar hayvan türleri; Rodentler (Kemiriciler), Amfibianlar (İki Yaşamlılar), Urodelalar (Semender ve Su Kertenkeleleri), Reptiller (Sürüngenler ve Balıklardır) ¹. Belirtilen türler, insan veya hayvan için birer model olarak değerlendirilir, bu türlerde, birörnek biyolojik yapı, birörnek çevre koşulları kolaylıkla oluşturulabilir.

Laboratuvar hayvanları içerisinde Memeliler sınıfı, Rodentia takımı, Myomorpha alttakımı, Muridae familyası içerisindeki kemirgenlerin, bu kemirgenler içerisinde de *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* türlerine ait varyetelerin, laboratuvar şartlarında yetiştirme kolaylığı ve bilimsel çalışmalarda kullanım oranı açısından özel bir yeri vardır. Genetik olarak tanımlanmış 400'den fazla inbred ve yaklaşık 50 outbred (akraba dışı yetiştirilen) rat soyu bulunmaktadır ².

Her yıl dünyada milyarlarca adet rat deneysel çalışmalarda kullanılmaktadır. Araştırmacıların gerek duyduğu zamanda, tercih ettiği laboratuvar hayvanı türünü, istediği özellikte ve sayıda temin etmesi, laboratuvar hayvanları yetiştiren birimlerce gerçekleştirilir.

Laboratuar hayvanları yetiştiriciliğinin temel amacı, bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere, etik ve refah kurallarına uygun, etik kurulların onayını almış bilimsel araştırmaların hayvan materyali ihtiyacını, ideal şart ve sayıda karşılayabilmektir. Laboratuar hayvanları, ilgili birimlerde, insan eli altında, tür ihtiyacına göre düzenlenen çevre şartlarında barındırılması, çoğaltılması ve büyütülmesi sürecinden sonra, araştırma materyali olarak kullanıma sunulur ².

Laboratuar hayvanları, fizyolojik ihtiyaçlarının optimum seviyede karşılandığı mikro çevrelerde yetiştirilir. Hayvanlar ile yapılacak bir araştırmanın güvenilir sonuçlara ulaşabilmesinin öncelikli koşulları, canlı materyalin uygun sayıda, birörnek, fizyolojik sınırlar içerisinde işleyen bir metabolizmasının olması, sağlıklı ve stressiz olmasıdır.

Hayvan denemeleri içerisindeki en önemli varyasyon kaynağı, hayvanın kendisidir. Hayvanların tek yumurta ikizi olmaları veya klonlanmaları dışında, genotip, yaş, canlı ağırlık, cinsiyet ve fizyolojik dönemler yönünden farklılıklar göstermelerinin yanı sıra hayvanlara laboratuar ortamında sunulan mikro çevreye ait fiziksel şartların da ideal ve eşit düzeyde olması, deneme materyalinin asgari seviyede standartlaştırılması yönünden öncelikli koşullardandır ².

Laboratuar şartlarında hayvan türünün ihtiyacına göre düzenlenen fiziksel çevre; barınak, sıcaklık, nispi nem, hava akımı, ışıklandırma, hayvanlar arası ve hayvan-insan etkileşimleriyle ilgili birçok sosyal çevre elemanlarını içerir.

Genelde laboratuar hayvanları, özelde *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* türlerine ait varyetelerin doğal çevrelerindeki şartları sağlamak üzere oluşturulan mikro çevrelerinde barınak ve yaşama alanlarının, ratın normal davranış ve fizyolojik fonksiyonlarını

sürdürebilecek şartta dizayn edilmesi gereklidir. Hayvan başına ayrılan alan, yem ve suya ulaşım kolaylığı, altlık ve benzeri yaşama alanı elemanları optimize edilmelidir.

Rat yetiştirme ünitelerinde çevre sıcaklığı thermoregülasyon zonu içerisinde tutularak, hayvanların yüksek ve düşük sıcaklıklardan korunması gerekir. Aksi takdirde, ratın büyüme, üreme, gelişme bozukluklarıyla birlikte hastalıklara direncinin azalması, yem ve su alımında güçlükler, hayvanlar arası ilişkilerin bozulması, anormal (stereotip) davranışların gelişmesi ve bedeninde patolojik durumların baş göstermesi kaçınılmaz olur. Çevre sıcaklığı, canlı organizma üzerinde nispi nem ile birlikte etki gösterir ve nem, sıcaklığın ve soğukluğun etkisini artırır. Rat yetiştirme ünitelerinde optimal sıcaklık ve nispi nem seviyesi, 21 °C ve % 55 seviyesinde sabitlenmelidir ¹.

Aydınlatma süresi ve fazı olarak bilinen fotoperiyot, hayvanların en önemli fizyolojik ihtiyaçlarından biridir. Ratlar ve çoğu laboratuvar hayvanları, yetiştirildikleri birimde, tabiatta olduğu gibi, doğal ışıklandırma ve mevsimler boyu değişen gün uzunluğuna maruz bırakılmazlar. Laboratuvarında, penceresiz bir bölmede, suni ışıklandırma altında yetiştirilirler. Vücut fonksiyonlarının, büyüme, gelişme ve üreme ile ilgili mekanizmaların oluşabilmesi, aydınlık süresi ile yakından ilişkilidir. Ratlarda, genel uygulama, 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık fazları içeren bir fotoperiyod düzenlenmesi şeklindedir.

Bununla birlikte ratların, doğal ortamda, günlerin kısaldığı sonbahar ve kış mevsimlerinde, yaşadıkları bölgelere göre değişen fotoperiyod sürelerine maruz kaldığı ve günlük 9 saat ve çok daha az süreyle ışıklandırma süresi yaşadığı şartlara da uyum sağlayabildiği bir gerçektir. Hayvan refahı anlayışını da kapsayarak, hayvan

yetiştiriciliğinde temel prensiplerden birisi, hayvanın yaşadığı doğal ortamdaki minimum gereksinimlerini karşılayabilecek mikro evre şartlarının sağlanmasıdır.

Dünyanın elektrik enerjisi ve diğer enerji kaynakları, tüm insanlığın ihtiyacını karşılayabilmekten uzaktır. Dünyanın çeşitli bölgelerinde elektrik enerjisini yeterli ve sürekli olarak kullanabilen insanların sayısı sınırlıdır. Enerji kaynaklarının tükenmesi, insanoğlunun geleceği açısından önemli bir sorun olarak, gelişmiş ölkelerin gündemini meşgul etmektedir.

Dünyada, özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ölkelerde çok sayıda laboratuvar hayvanı yetiştiren işletmelerde milyarlarca adet laboratuvar hayvanı üretilmekte, her yıl üretilen ve hayvan deneylerinde tüketilen laboratuvar hayvanları önemli miktarda elektrik enerjisi kullanımına sebep olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, outbred Sprague Dawley rat yetiştiriciliğinde uygulanan 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık günlük fotoperiyod döneminin, ratların '*doğal*' ortamındaki kısalmış aydınlık süreye; yani aydınlık fazının 9 saate indirilmesiyle, Sprague Dawley ratların deneysel amaçla kullanıma sunuldukları yaklaşık 200 gr canlı ağırlığa ulaşma seviyesinde, büyüme özelliklerini belirlemek ve aydınlık periyodun kısaltılması olanaklarını incelemektir.

2. GENEL BİLGİLER

Gün içerisindeki aydınlık ve karanlık dönemler, kemirgenlerin fizyolojik sınırlar içerisinde yaşamını sürdürebilmesi için elzemdir. Bu durum, fotoperiyodik hafızayı oluşturur (ve gerektirir). Örneğin; Suriye hamsterında, gün uzunluğuna adaptasyon, üreme performansında ve karaciğer metabolizmasındaki farklılıklar sayesinde gerçekleşir. Her iki durumda da melatonin sentezinin azalması önemli derecede rol oynamaktadır ³.

Fotoperiyod, melatonin ve epifiz bezinin süttan kesim sonrasındaki gelişme esnasında üremeye ilgili olan ve olmayan organ büyümelerini düzenlemektedir ⁴. Ratlar arasında soy, aile ve varyete farklılıkları fotoperiyoda yanıtı değiştirmektedir ⁵.

Sprague Dawley ratlarda, ışık süresi sabit tutulup 70 gün boyunca uygulanan melatonin uygulamasının, kontrol gruplarına göre, melatonin uygulanan dişilerde kalp kası ve yağlanma miktarını artırdığı, erkek ratlarda ise adrenal, karaciğer, kalp kası, epididimal yağ ve vücut ağırlığında azalmaya sebep olduğu bildirilmiştir ⁶.

Fischer (*F344*) ratların, kısa aydınlık fazlı fotoperiyot dönemlerinde cinsel olgunluk dönemi gecikmekte, yem alımı azalmakta ve hücresel büyüme yavaşlamaktadır, Bu sonuçların pineal bez ve melatonin ile ilgili olduğu düşünülmektedir ⁷.

Zayıf ve obez Zucker ratlarında, yem tüketimi, kısa ve uzun ışık süresinde değişmemiş, ancak obez ratlarda yağ kitlesinin artışı, uzun ışıklı dönemde belirginleşmiştir ⁸.

F344 ratlarda, uzun ve kısa dönem ışık uygulamalarının, yem tüketimi ve ağırlık artışı bakımından sadece % 10 - 20 arasında bir farklılık oluşturduğu belirlenmiştir ⁹.

Birçok rodent türünde, genç ve yavru dönemdeki hayvanların, erginlere ve yaşlılara göre, fotoperiyoda daha güçlü reaksiyon gösterdikleri ve daha fazla etkilendikleri bildirilmiştir ¹⁰.

Yavru ratlarda yapılan bir araştırma sonucuna göre, büyüme döneminde kısa ışık süreli (6 saat) fotoperiyotta barındırılan hayvanlarda, canlı ağırlık artışı, uzun dönem ışıktaki tutulanlara göre daha düşük oranda gerçekleşmiş ancak yem ve enerji alımları benzer bulunmuştur. Kısa dönem ışık uygulananlarda, büyüme etkinliğinin, günlük metabolik oranın ve vücut kitle artışının belirgin oranda düştüğü bildirilmiştir ¹¹.

Bir başka çalışmaya göre *F344* ratlar, doğumdan itibaren kısa fotoperiyoda maruz bırakılınca, uzun periyotta barındırılanlara göre, yem alımı ve vücut ağırlığı etkilenmemekte, sadece testis volümünde azalma gözlenmektedir. Hayvanların önce uzun, daha sonra kısa fotoperiyot şartlarına transfer edilmelerinde ise büyüme ve yem alımı ile ilgili parametrelerde önemli ölçüde negatif etki gözlenmiştir. Ancak, sabit ve değişmeyen kısa fotoperiyotta, vücut ağırlığı, yem tüketimi ve üreme organ gelişimi uzun fotoperiyoda kıyasla farklı bulunmamıştır ⁹.

Uzun fotoperiyottan, tedricen azaltılan fotoperiyoda geçirilen ratlarda ise, doğumdan itibaren kısa fotoperiyoda maruz bırakılanlara göre büyüme fonksiyonları negatif yönde etkilenmektedir. Bu durum, adaptasyon ile açıklanmıştır ¹².

Fotoperiyodun, kemirgenlerin vücut ağırlığı ile birlikte organ gelişimi üzerine de etki yaptığını bildiren sınırlı sayıda araştırma mevcuttur.

Bataklık faresi ve Siberian hamsterlerde kısa aydınlık dönem, dalak ağırlığını değiştirmemiş ¹³ ancak Wistar ratlarda adren gelişimini baskılamıştır ¹⁴.

Literatürde, fotoperiyodun bazı Rodent türlerinde üreme organlarının gelişimini de etkileyebildiğine dair araştırma sonuçları mevcuttur.

Moğol Gerbilinde, uterus, testis ve vücut ağırlığını, yem tüketimi ile birlikte ışıklandırılma süresini de içeren birçok çevre faktörü belirlemektedir ¹⁵.

İki Hamster soyunun uzun ve kısa fotoperiyot dönemlerine maruz bırakıldığı araştırmada, uzun fotoperiyot döneminin, kısa döneme göre, üreme organlarının gelişimi, gonadların büyümesi ve vücut ağırlığı üzerine pozitif etki yaptığı saptanmıştır¹⁶.

Kısa fotoperiyot da barındırılan Bataklik faresin (*Oryzomys palustris*) de testis, ovaryum ve uterus gelişiminde gerileme olurken dalak gelişiminde değişim gözlenmemiştir ¹³.

Kısa fotoperiyot, erkek Geyik faresi de (*Peromyscus maniculatus*), reproduktif organ gelişimini baskılamıştır ¹⁷.

Prairie voles erkeklerde, laboratuvar şartlarında sağlanan kısa fotoperiyotlu günlerde, üreme organlarının gelişimi inhibe olmasına rağmen, bu durumun dölverimlerini etkilemediği, dişilerde ise fotoperiyodun üreme fonksiyonları üzerine etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, uterus ve ovaryum ağırlığının, uzun fotoperiyot dönemlerinde, kısa dönemlere nazaran arttığı bildirilmiştir ¹⁸.

Farelerde yapılan bir araştırma, kısa fotoperiyod dönemlerinde, dişilerde gonadların küçülme gösterdiğini ve diğer vücut hücrelerinde reseptör seviyesinde östrojene duyarlılığın değiştiği bildirilmiştir ¹⁹.

Başka bir araştırma sonucunda ise farelerde, vücut ve testis ağırlıklarının uzun günlerden kısa günlere geçişten etkilenmediği bildirilmiştir ²⁰.

Bataklık faresin de (*Oryzomys palustris*); 12, 14, 16 saat ışık uyguladığı, ışık süresinin ovaryum ağırlığını değiştirmediğini, ergin erkeklerde ışık süresinin üreme fonksiyonlarını ve testis ağırlıklarını etkilediğini bildirmiştir ²¹.

Ratlarda üreme fonksiyonları mevsime bağlı değildir. Dişi rat tüm yıl boyunca düzenli aralıklarla graff folikülleri oluşturmakta ve östrus belirtileriyle çiftleşme sonrası gebelik, her mevsim ve dönemde gerçekleşmektedir.

Ancak Shoemaker ve Heideman ⁹ 'a göre, rat türü içerisinde bazı soyların ve ailelerin, özellikle *F344* ve Brown Norvey (BN) soylarının üreme fonksiyonlarında, mevsim ve gün uzunluğunun etkisi önemli bulunmuştur.

F344 ratlarda, kısa fotoperiyotta (8 saat ışık), testis ölçüleri, yem alımı, vücut ağırlığı artışı, cinsel olgunluğa ulaşma, uzun (12 saat ışık) aydınlatmaya göre düşük bulunmuştur ⁹.

Özellikle puberte döneminde kısa fotoperiyoda maruz bırakılan *F344* ratlarda testis ölçüleri ve volümü önemli (% 55) oranda düşmüştür ⁹.

Rat türünde fotoperiyodun stereotip (anormal) davranış, hafıza ve bazı stres cevaplarına etkileri sınırlı sayıdaki araştırmaların konusunu oluşturmuş ancak türe veya soya genellenebilecek sonuçlara ulaşılamamıştır ²².

Bilimsel literatürde, ratlar ve özelde, deneysel olarak çok sayıda üretilen ve daha çok tercih edilen Sprague Dawley ratlarda ışık yönetimi ile ilgili araştırma sayısı son derece kısıtlıdır. Bu araştırmalar genellikle 'insan için model' anlayışı ile yapılmış,

‘deney hayvanı üretimi şartları’ ve özelde ‘ratlarda ışık yönetimi’ ile ilgili konuları içermemişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığının, 28.11.2008 tarihli oturumunda oybirliği ile alınan 84 no'lu kararı sonrasında, Atatürk Üniversitesi Tıbbi Deneysel Uygulama ve Araştırma Merkezinde 16.07.2009 tarihinde başlatıldı ve yaklaşık 20 hafta süreyle devam etti.

Outbred Sprague Dawley dişi anaçlar, major patojenleri (*Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Leptospira spp.*, *Streptobacillus moniliformis*, *Spirillum minus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Pastorella pseudotuberculosis* ve *Sarcoptes scapiei*) bulundurmayan ve outbred yetiştirilen sürüden, kontrol ve deneme grubu olarak 6 aylık yaşta ve iki doğum yapmış olanlar içerisinde, benzer ağırlıklara göre seçildi. Her gruba 10 adet dişi rat belirlenerek gebelik öncesi tartımları yapıldı. Anaç ratların ağırlık ortalamaları, kontrol grubunda $224,1 \pm 14,63$ gr, deneme grubunda ise $232,0 \pm 12,61$ gr olarak belirlendi. Ratlar, elde çiftleştirildikten sonra 47 x 35 x 20 cm'lik kafeslere birer adet yerleştirildi, kafesler penceresiz, 21 ± 2 °C ve $\% 55 \pm 5$ nispi nem şartlarındaki yetiştirme odalarına konuldu.

3.2. Metot

Aydınlatma süreleri otomatik sayaçlarla ayarlanarak; kontrol grubu, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık ve deneme grubu 9 saat aydınlık, 15 saat karanlık fotoperiyodik faza maruz bırakıldılar. Kafeslerin 1,5 metre üzerinde sağlanan ışık kaynağının kafes tabanında sağladığı ışık şiddeti 150 lüks seviyesinde gerçekleşti. Ratlar için özel olarak üretilen peletlenmiş yem ($\% 17$ protein, $\% 4$ yağ, $\% 3$ selüloz) ve su *ad libitum* olarak verildi ¹.

Üçüncü hafta sonunda doğumların gerçekleşmesi ile ilk yavru tartımları yapıldı. Daha sonra, 7 günde bir, sabah 09.00'da haftalık olarak tartımları yapılan kontrol ve deneme grubundaki yavruların doğumlarını takiben 21. günün sonunda sütten kesilerek cinsiyet ayrımları yapıldı ve cinsiyetlerine göre büyütme kafeslerine alındı.

Yavrular, her kafeste 10 adet olmak üzere 50 x 30 x 30 cm boyutlarında büyütme kafeslerine yerleştirildi. Sütten kesim sonrası 5 haftalık sürede, kontrol ve deneme gruplarına 5'er kg yem verildi ve 6. haftadan itibaren her grubun yem miktarı 2'şer kg artırıldı ve su *ad libitum* sağlandı. Hayvanların yem tüketimleri haftalık dönemlerle hesaplanarak kaydedildi.

Ratların doğum sonrası 15. hafta bitiminde 12 saat aç bırakıldıktan sonra kontrol gruplarından 10 adet dişi 10 adet erkek toplam 20 adet, deneme gruplarından da 10 adet dişi 10 adet erkek toplam 20 adet rat, şansa bağlı olarak seçildi. Eter inhalasyon anestezisi altında karın boşluğu açıldı, *Aorta abdominalis* kesilerek kan boşaltıldı, sağ ve sol kalp karıncıklarında bulunan kan, palpe edilerek kalan kan akıtıldı ve kalp tartımı yapıldı. Ayrıca, dalak, karaciğer, böbrek, ovaryum, testis, adren, mide, akciğer çıkarılarak bu organların ağırlıkları hassas terazi kullanılarak (CAS, Model: ME-410) tartıldı ve sonuçlar kaydedildi. Kalın ve ince bağırsakların içeriği boşaltıldıktan sonra ağırlıkları tartıldı ve cetvel yardımıyla uzunlukları ölçüldü ve kaydedildi.

3.3. İstatistiksel Analiz

Analizlerde kullanılan modeller, aşağıda belirtilen matematiksel notasyonla,

I. Model $y_{ij} = \mu + C + b_i + e_{ij}$ şeklinde ifade edilebilir. Modelde;

y_{ij} : Normal dağılım gösteren vücut ağırlığını,

μ : Populasyon ortalamasını,

C : Kovaryans (yavru sayısını),

b_i : Muamele etkisini (aydınlatma süresini),

e_{ij} : Ortalaması 0, varyansı σ_e^2 olan ($N(0, \sigma_e^2)$) şansa bağlı hatayı göstermektedir.

II. Model $y_{ijk} = \mu + b_i + s_j + (bs)_{ij} + e_{ijk}$ şeklinde ifade edilebilir. Modelde;

y_{ijk} : Normal dağılım gösteren vücut ağırlığını, organ ağırlıklarını,

μ : Populasyon ortalamasını,

b_i : Muamele etkisini (aydınlatma süresini),

s_j : Cinsiyetin etkisini,

$(bs)_{ij}$: Muamele ile cinsiyet arasındaki interaksiyonu,

e_{ijk} : Ortalaması 0, varyansı σ_e^2 olan ($N(0, \sigma_e^2)$) şansa bağlı hatayı göstermektedir.

III. Model $y_{ij} = \mu + b_i + e_{ij}$ şeklinde ifade edilebilir. Modelde;

y_{ij} : Normal dağılım gösteren ovaryum ve testis ağırlıklarını,

μ : Populasyon ortalamalarını,

b_i : Muamele etkisini (aydınlatma süresini),

e_{ij} : Ortalaması 0, varyansı σ_e^2 olan ($N(0, \sigma_e^2)$) şansa bağlı hatayı göstermektedir.

Doğum-sütten kesim arası dönemde (0 - 3 hafta) I. Model; sütten kesim sonrası (4 - 15. hafta) dönem için II. Model, ovaryum ve testis analizi için III. Model kullanılmıştır.

Araştırmanın analitik ve deskriptif analizlerinin yapılmasında SPSS 9.0 istatistik paket programından ²³ yararlanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Doğum - Sütten Kesim Arası Dönem [0 - 3. Hafta]

Yavruların süt emzirildiği, kontrol grubu içerisinde; 1. hafta 78 ad. yavru, 2. hafta 55 ad. yavru ve 3. hafta 41 ad. yavruya ait canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla, $6,18 \pm 0,43$; $13,86 \pm 1,01$; $26,52 \pm 2,01$ gr ve muamele grubunda 1. hafta 61 ad. yavru, 2. hafta 51 ad. yavru ve 3. hafta 50 ad. yavruya ait canlı ağırlık ortalamaları, aynı sırayla $7,33 \pm 0,43$; $14,56 \pm 0,93$; $23,68 \pm 1,87$ gr olarak belirlenmiştir. Doğum-sütten kesim arası yavruların canlı ağırlık ortalamaları, ortalamalara ait standart hataları ile varyans analiz sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre kısaltılmış fotoperiyodun (muamele), sütten kesim öncesi canlı ağırlık artışına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P>0.05$).

4.2. Sütten Kesim Sonrası Dönem [4 - 15. Hafta]

Sütten kesim sonrası(4 - 15. Hafta) ; kontrol grubunda 37 adet Sprague Dawley ratın tükettiği toplam yem miktarı 52,32 kg; muamele grubunda 39 adet Sprague Dawley ratın tükettiği toplam yem miktarı 53,12 kg olarak belirlenmiştir.

Kontrol grubuna ait; 4. hafta 14 ad, 5. hafta 14 ad, 6. hafta 14 ad, 7. hafta 14 ad ve 8. hafta 14 ad erkek ratın canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla, $44,19 \pm 1,42$; $64,00 \pm 5,01$; $95,53 \pm 6,75$; $136,97 \pm 8,06$ ve $161,83 \pm 10,55$ gr, 4. hafta 26 ad, 5. hafta 26 ad, 6. hafta 25 ad, 7. hafta 24 ad ve 8. hafta 24 ad dişi ratın canlı ağırlık ortalamaları ise $41,52 \pm 1,42$; $57,95 \pm 5,01$; $84,97 \pm 6,75$; $108,76 \pm 8,06$ ve $119,23 \pm 10,55$ gr olarak ölçülmüştür.

Muamele grubuna ait; ; 4. hafta 27 ad, 5. hafta 18 ad, 6. hafta 17 ad, 7. hafta 17 ad ve 8. hafta 17 ad erkek ratın canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla, $41,73 \pm 1,74$; $59,93 \pm 6,14$; $87,05 \pm 8,27$; $118,08 \pm 9,87$ ve $136,63 \pm 12,93$ gr, aynı sırayla 4. hafta 22 ad, 5. hafta 22 ad, 6. hafta 22 ad, 7. hafta 22 ad ve 8. hafta 22 ad dişi ratın canlı ağırlık ortalamaları; $40,24 \pm 1,56$; $62,86 \pm 5,49$; $87,55 \pm 7,39$; $111,77 \pm 8,83$ ve $131,17 \pm 11,56$ gr olarak belirlenmiştir. Muamele, cinsiyet ve cinsiyet x muamele interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P>0,05$), (Tablo 2a).

Dokuzuncu haftada kontrol grubu 14 ad erkek ratın ortalama canlı ağırlığı $179,88 \pm 10,97$ gr, 24 ad dişi ratın ortalama canlı ağırlığı $130,60 \pm 10,97$ gr, muamele grubu 17 ad erkek ratın ortalama canlı ağırlığı $150,51 \pm 13,44$ gr; 22 ad dişi ratın ortalama canlı ağırlığı $140,82 \pm 12,02$ gram olarak belirlenmiş, gruplar arasında cinsiyete bağlı farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Muamele ve cinsiyet x muamele interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P>0,05$) (Tablo 2a).

Onuncu hafta 14 ad, 11.hafta 14 ad, 12. hafta 13 ad, 13. hafta 13 ad, 14. hafta 13 ad ve 15. hafta 13 ad kontrol grubu erkek ratların canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla $219,53 \pm 10,87$; $229,61 \pm 9,17$; $255,93 \pm 10,33$; $256,03 \pm 10,74$; $269,63 \pm 12,54$; $287,24 \pm 13,11$ gr, aynı sırayla 10. hafta 24 ad, 11.hafta 24 ad, 12. hafta 24 ad, 13. hafta 24 ad, 14. hafta 24 ad ve 15. hafta 24 ad kontrol grubu dişi ratların canlı ağırlık ortalamaları ise $145,27 \pm 10,87$; $160,30 \pm 9,17$; $166,89 \pm 10,33$; $174,32 \pm 10,74$; $182,90 \pm 12,54$ ve $192,75 \pm 13,11$ gr olarak ölçülmüştür.

Onuncu hafta 17 ad, 11.hafta 17 ad, 12. hafta 17 ad, 13. hafta 17 ad, 14. hafta 17 ad ve 15. hafta 17 ad muamele grubu erkek ratların canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla,

190,53 $\pm$ 13,31; 211,92 $\pm$ 11,23; 230,29 $\pm$ 12,65; 241,39 $\pm$ 13,15; 256,86 $\pm$ 15,36; 278,06 $\pm$ 16,06 gr, aynı sırayla 10 hafta 22 ad, 11.hafta 22 ad, 12. hafta 22 ad, 13. hafta 22 ad, 14. hafta 22 ad ve 15. hafta 22 ad muamele grubu dişi ratların canlı ağırlık ortalamaları sırasıyla, 157,50 $\pm$ 11,90; 160,37 $\pm$ 10,04; 169,78 $\pm$ 11,32; 175,11 $\pm$ 11,76; 180,59 $\pm$ 13,73; 184,07 $\pm$ 14,36 gr olarak belirlenmiş ve cinsiyete bağlı farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P < 0,01$). Muamele ve cinsiyet x muamele interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P > 0,05$), (Tablo 2b).

4.3. Kesim Öncesi Canlı Ağırlık- Kesim Sonrası Organ Ağırlıkları [15. Hafta]

Muamele ve kontrol gruplarındaki ratların vücut ağırlığı değişimleri ve 15. hafta sonunda, kalp, karaciğer, dalak, akciğer, böbrek, mide, adren, kalın ve ince bağırsaklar, testis, ovaryum organ ağırlık ve uzunlukları belirlenmiş ve aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

Kontrol grubunun 15. hafta sonunda canlı ağırlık ortalaması 223,84 $\pm$ 2,84 gr; muamele grubundaki hayvanların ise 215,90 $\pm$ 2,84 gr olarak belirlenmiş ve canlı ağırlık bakımından belirlenen farklılık istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P > 0,05$), (Tablo 3).

Dalak, kalp ve karaciğer ağırlıkları, kalın bağırsak uzunluğu açısından kontrol ve muamele gruplarında yapılan ölçümler, sırasıyla kontrol grubu için 0,50 $\pm$ 0,02 gr; 0,87 $\pm$ 0,04 gr; 7,21 $\pm$ 0,25 gram ve 15,40 $\pm$ 0,47 cm; muamele grubunda ise aynı sırayla 0,44 $\pm$ 0,02 gr; 0,78 $\pm$ 0,04 gr; 7,79 $\pm$ 0,25 gram ve 13,95 $\pm$ 0,47 cm olarak belirlenmiş ve farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P > 0,05$), (Tablo 3).

Mide ve böbrek ağırlığı bakımından kontrol ve muamele gruplarında yapılan ölçümlerde sırasıyla kontrol grubu 1,74 $\pm$ 0,08 gr, 2,07 $\pm$ 0,05 gr; muamele grubunda ise

aynı sırayla $1,49 \pm 0,08$ gr, $1,90 \pm 0,05$ olarak belirlenmiş ve istatistiksel farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0,05$), (Tablo 3).

Adren, akciğer ağırlıkları, bağırsak ağırlıkları toplamı ve ince bağırsak uzunluğu açısından kontrol ve muamele gruplarında sırasıyla yapılan ölçümlerde ise; kontrol grubu; $0,13 \pm 0,01$ gr; $1,78 \pm 0,08$ gr; $14,18 \pm 0,43$ gr; $99,00 \pm 1,50$ cm, muamele grubu; $0,09 \pm 0,01$ gr; $1,44 \pm 0,08$ gr; $13,17 \pm 0,43$ gr; $91,05 \pm 1,50$ cm olarak belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan çok önemli bulunmuştur ($P < 0,01$), (Tablo 3).

4.4. Testis ve Ovaryum Ağırlıkları

Kontrol ve muamele grubu; dişi ratlarda ölçülen ovaryum ağırlıkları; kontrol grubu, $0,10 \pm 0,01$ gr; muamele grubu, $0,25 \pm 0,08$ gr; erkek ratlarda ölçülen testis ağırlıkları; kontrol grubu, $2,57 \pm 0,09$ gr; muamele grubu, $2,47 \pm 0,09$ gr olarak belirlenmiştir. Muamele ve kontrol gruplarında testis ve ovaryum ağırlık farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P > 0,05$), (Tablo 4).

Tablo 1. Doğum-sütten kesim arası [0- 3 hafta] yavruların canlı ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{x} \pm s_x$) ile varyans analiz sonuçları.

	Faktörler	N	$\bar{x} \pm s_x$	Önem seviyesi
1.Hafta	Kontrol	78	6.18 $\pm$ 0.43	ÖS
	Muamele	61	7.33 $\pm$ 0.43	
2.Hafta	Kontrol	55	13.86 $\pm$ 1.01	ÖS
	Muamele	51	14.56 $\pm$ 0.93	
3.Hafta	Kontrol	41	26.52 $\pm$ 2.01	ÖS
	Muamele	50	23.68 $\pm$ 1.87	

ÖS: Önemsiz

Tablo 2a. Sütten kesim sonrası [4- 10 hafta] yavruların canlı ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) ile varyans analiz sonuçları.

		HAFTALAR					
Deneme grupları	Cinsiyet	4	5	6	7	8	9
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Kontrol	Erkek	44,19 $\pm$ 1,42	64,00 $\pm$ 5,01	95,53 $\pm$ 6,75	136,97 $\pm$ 8,06	161,83 $\pm$ 10,55	179,88 $\pm$ 10,97
	Dişi	41,52 $\pm$ 1,42	57,95 $\pm$ 5,01	84,97 $\pm$ 6,75	108,76 $\pm$ 8,06	119,23 $\pm$ 10,55	130,60 $\pm$ 10,97
Muamele	Erkek	41,73 $\pm$ 1,74	59,93 $\pm$ 6,14	87,05 $\pm$ 8,27	118,08 $\pm$ 9,87	136,63 $\pm$ 12,93	150,51 $\pm$ 13,44
	Dişi	40,24 $\pm$ 1,56	62,86 $\pm$ 5,49	87,55 $\pm$ 7,39	111,77 $\pm$ 8,83	131,17 $\pm$ 11,56	140,82 $\pm$ 12,02
cinsiyet		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	*
muamele		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS
cinsiyet*muamele		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS

ÖS: Önemsiz *:P<0,05

Tablo 2b. Sütten kesim sonrası [10- 15 hafta] yavruların canlı ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) ile varyans analiz sonuçları

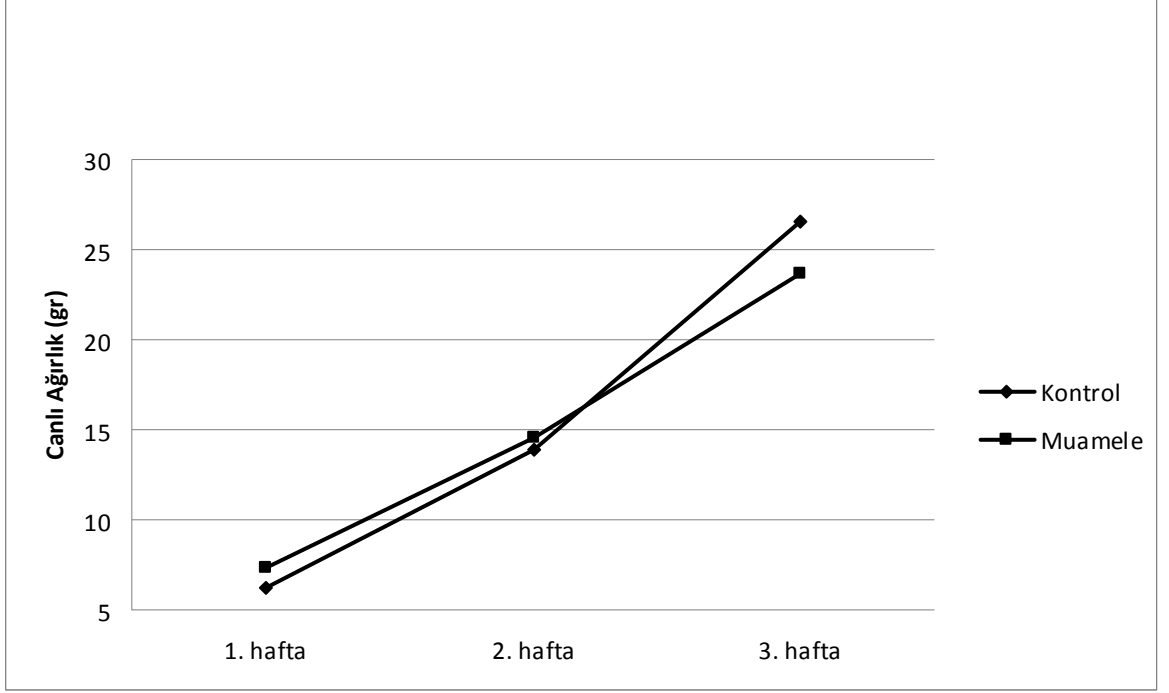
		HAFTALAR					
Deneme grupları	Cinsiyet	10 $\bar{X} \pm S\bar{x}$	11 $\bar{X} \pm S\bar{x}$	12 $\bar{X} \pm S\bar{x}$	13 $\bar{X} \pm S\bar{x}$	14 $\bar{X} \pm S\bar{x}$	15 $\bar{X} \pm S\bar{x}$
Kontrol	Erkek	219,53 $\pm$ 10,87	229,61 $\pm$ 9,17	255,93 $\pm$ 10,33	256,03 $\pm$ 10,74	269,63 $\pm$ 12,54	287,24 $\pm$ 13,11
	Dişi	145,27 $\pm$ 10,87	160,30 $\pm$ 9,17	166,89 $\pm$ 10,33	174,32 $\pm$ 10,74	182,90 $\pm$ 12,54	192,75 $\pm$ 13,11
Muamele	Erkek	190,53 $\pm$ 13,31	211,92 $\pm$ 11,23	230,29 $\pm$ 12,65	241,39 $\pm$ 13,15	256,86 $\pm$ 15,36	278,06 $\pm$ 16,06
	Dişi	157,50 $\pm$ 11,90	160,3 $\pm$ 10,04	169,7 $\pm$ 11,32	175,11 $\pm$ 11,76	180,59 $\pm$ 13,73	184,07 $\pm$ 14,36
cinsiyet		**	**	**	**	**	**
muamele		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS
cinsiyet*muamele		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS

ÖS: Önemsiz **:P<0,01

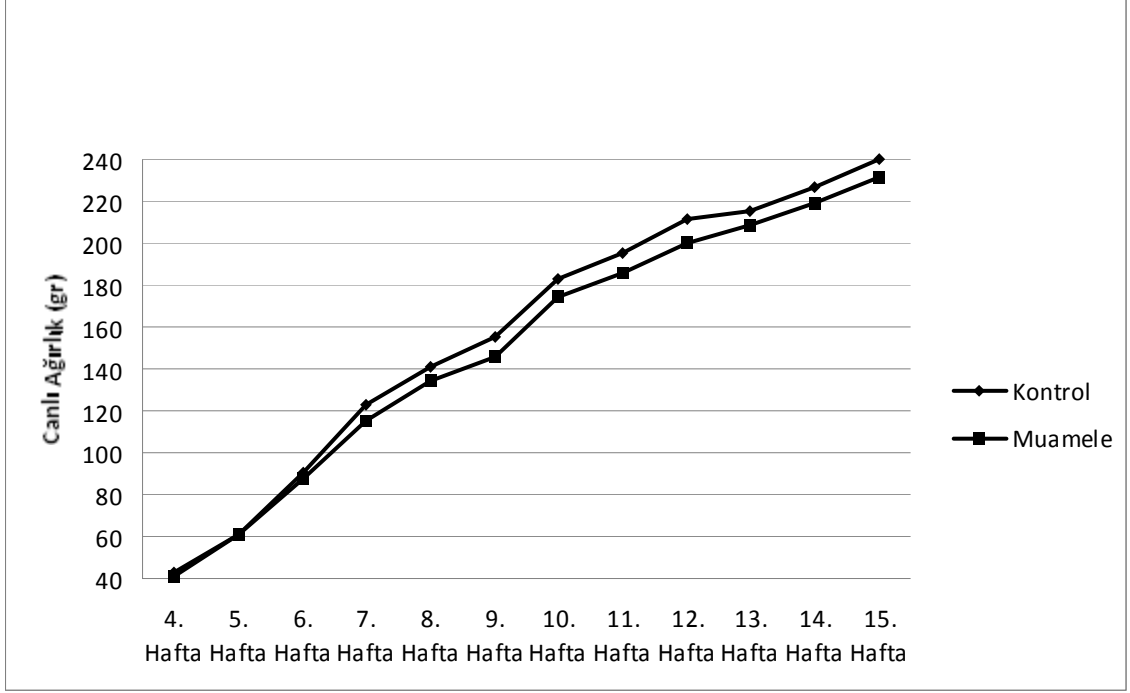
Tablo 3. Kesim öncesi canlı ağırlık, kesim sonrası organ ağırlık ortalamaları ve standart hataları ($\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$) ile varyans analiz sonuçları.

Faktörler	Deneme Grupları	N	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Canlı Ağırlık (gr)	Kontrol	20	223,84 $\pm$ 2,84
	Muamele	20	215,90 $\pm$ 2,84 ÖS
Dalak (gr)	Kontrol	20	0,50 $\pm$ 0,02
	Muamele	20	0,44 $\pm$ 0,02 ÖS
Kalp (gr)	Kontrol	20	0,87 $\pm$ 0,04
	Muamele	20	0,78 $\pm$ 0,04 ÖS
Karaciğer (gr)	Kontrol	20	7,21 $\pm$ 0,25
	Muamele	20	7,79 $\pm$ 0,25 ÖS
Böbrek (gr)	Kontrol	20	2,07 $\pm$ 0,05
	Muamele	20	1,90 $\pm$ 0,05 *
Adren (gr)	Kontrol	20	0,13 $\pm$ 0,01
	Muamele	20	0,09 $\pm$ 0,01 **
Mide (gr)	Kontrol	20	1,74 $\pm$ 0,08
	Muamele	20	1,49 $\pm$ 0,08 *
Kalın Bağırsak Uzunluğu (cm)	Kontrol	20	15,40 $\pm$ 0,47
	Muamele	20	13,95 $\pm$ 0,47 ÖS
İnce Bağırsak Uzunluğu (cm)	Kontrol	20	99,00 $\pm$ 1,50
	Muamele	20	91,05 $\pm$ 1,50 **
Bağırsak Ağırlıkları Toplamı (gr)	Kontrol	20	14,18 $\pm$ 0,43
	Muamele	20	13,17 $\pm$ 0,43 **
Akciğer (gr)	Kontrol	20	1,78 $\pm$ 0,08
	Muamele	20	1,44 $\pm$ 0,08 **

ÖS: Önemsiz * :P<0,05 ** :P<0,01



Şekil 1. Doğum-sütten kesim arası [0 - 3 hafta] yavruların haftalık canlı ağırlık artış grafiği



ŞEKİL 2. Sütten kesim sonrası[4 - 15 hafta] yavruların haftalık canlı ağırlık artış grafiği

Tablo 4. Kesim sonrası ovaryum ve testis ağırlık ortalamaları, standart hataları ($\bar{X} \pm S\bar{x}$) ile varyans analiz sonuçları.

Faktörler	Deneme Grupları	N	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Ovaryum (gr)	Kontrol	10	$0,10 \pm 0,01$
	Muamele	10	$0,25 \pm 0,08$ ÖS
Testis (gr)	Kontrol	10	$2,57 \pm 0,09$
	Muamele	10	$2,47 \pm 0,09$ ÖS

ÖS: Önemsiz

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, süttten kesim öncesi ve sonrası dönemde, iki farklı ışılandırma süresine maruz bırakılan Sprague Dawley ratların bazı büyüme özellikleri belirlenmiştir. Sprague Dawley ratlar, 8-9. haftada cinsel olgunluğa erişir ve 12. haftalık yaşta erkekler 250 gram, dişiler 200 gram ağırlığa ulaşır ¹. Araştırmada kullanılan ratlarda, erkekler, 12. hafta civarında Poyraz ¹'in belirttiği ağırlığa yaklaşmasına rağmen, dişiler bildirilen ağırlığa ulaşamamışlardır. Aynı hayvan türü içerisinde, ırk, soy ve hatlar arasında bazı büyüme ve gelişme bakımından varyasyonlar bulunabilmektedir ¹.

Bu araştırma, hayvanların yavru ve cinsel olgunluk çağını da kapsayan ergin öncesi dönemde yürütülmüştür. Freeman ve Goldman ¹⁰'a göre, yavru ve genç rodentler, ergin ve yaşlılara kıyasla, fotoperiyoda daha güçlü reaksiyon göstermektedirler.

Araştırma sonuçlarına göre, Sprague Dawley ratlarda, kontrol ve muamele gruplarında doğum - 15. hafta arasında belirlenen büyüme sonuçları arasında istatistiksel farklılık bulunamamıştır ($P>0,05$). Günlük aydınlık sürenin kısılması, hamster da ^{24,25} büyümeyi baskılamış, *Prairie voles* de ¹⁸ ise, büyümeyi stimüle etmiştir. Wistar yavrularında yapılan bir başka araştırmada, 6 saatlik ışılandırma süresinde, ağırlık artışı, kontrol grubuna göre düşük bulunmuştur ¹¹. Altı saatlik uygulama, Wistar ratların, dünyanın hemen her bölgesindeki doğal ışıklanma süresinden kısadır ve gelişim için yetersiz kalmış olabilir. *F344* ratlarda, doğumdan itibaren kısa fotoperiyoda maruz bırakılınca, kontrol grubuna göre yem alımı ve vücut ağırlığının etkilenmediği ifade edilmiştir ⁹. Benzer bulgu, bu çalışmada da elde edilmiş ve 9 saatlik aydınlık periyodun 15. haftaya kadar Sprague Dawley ratlarda büyümeyi olumsuz yönde etkilemediği belirlenmiştir.

Nelson ve ark.²⁶ bazı rat soylarının fotoperiyoda karşı çok az seviyede duyarlı olduğu veya hiç duyarlı olmadığını bildirmesine rağmen, bazı çalışmalar birçok rat soyunun fotoperiyodik fazdan önemli seviyede etkilendiğini ifade etmiştir ^{5, 12}.

F344 ve Brown Norway ratlar, 8 saat aydınlık döneme, yem alımı ve vücut ağırlığını önemli seviyede azaltarak reaksiyon göstermişler ancak Harlan Sprague Dawley hayvanlarda vücut ağırlığında ancak % 5-10 oranında azalma gerçekleşmiştir ⁵.

Literatürde yer alan, fotoperiyodun Wistar ve *F344* ratlarda büyümeye etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışmaya, bu çalışma ile Sprague Dawley outbred yetiştirilen ratlardan elde edilen bulgular eklenmiştir. Bu araştırma kapsamında incelenmemiş olmasına rağmen, *F344* ratlar için ifade edilen ve bu çalışmanın bulgularıyla paralellik arz eden sonuçların ancak ve sadece ‘sabit’ ışık süresi için geçerli olduğunu ifade etmekte yarar vardır. Uzun fotoperiyottan tedricen azaltılan fotoperiyoda geçirilen *F344* ratlarda, doğumdan itibaren kısa fotoperiyoda maruz bırakılanlara göre büyüme fonksiyonları negatif yönde etkilenmektedir ¹².

Sprague Dawley ratlarda, bu çalışmada, ışık süresinin etkilemediği büyüme parametreleri, cinsiyet faktöründen önemli seviyede etkilenmiştir ($P<0,05$ ve $P<0,01$). Erkekler her iki ışıklandırma süresinde de dişilerden daha fazla ağırlık artışı sağlamıştır ve sonuçlar Poyraz ¹’ın rodentler için bildirdiği, cinsiyetin büyüme özelliklerine etkili olduğu ifadesi ile uyum göstermiştir.

Litaratürde, rodentlerin maruz kaldığı günlük ışık süresi ile organ ağırlıkları ilişkisini inceleyen araştırma sayısı son derece yetersizdir. Bu açıdan, çalışmanın, rutinde uygulanan 12 saat aydınlık ve kısaltılmış ışık süresinde (9 saat aydınlık)

yetiştirilen outbred Sprague Dawley ratlarda organ ağırlıklarına ilişkin referans değerleri ifade etmesi açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Bataklık faresinde ve Siberian hamsterde, kısa aydınlatma süresinin dalak ağırlığına etkili bulunmadığı bildirilmiştir ¹³. Bu çalışmada da dalak ağırlığı ile kalp, karaciğer ağırlığı ile kalın bağırsak uzunluğu, fotoperiyottan etkilenmemiştir. Ancak, böbrek üstü bezleri kısa aydınlatmadan negatif yönde etkilenmiştir. 12A:12K kontrol grubundaki Sprague Dawley ratların adren ağırlıkları daha yüksek bulunmuştur ve bu sonuç, Wistar ratlarda uzun fotoperiyotta adren ağırlıklarının artış gösterdiğini ifade eden çalışma¹⁴ ile uyum göstermiştir. Adren dokusunun, Sprague Dawley ve Wistar ratlar da fotoperiyottan en çok etkilenen dokulardan biri olduğu görülmüştür ¹⁴.

Bu çalışmada ayrıca, böbrek, mide, akciğer ve toplam bağırsak ağırlıkları ile ince bağırsak uzunluğu, 12A:12K fotoperiyod düzenine göre, 9 saat ışık uygulanan grupta düşük seviyede bulunmuştur. Literatürde, diğer çevre şartlarının belirtilen organ ağırlıklarına etkisini inceleyen birçok çalışma bulunmasına rağmen, fotoperiyodun etkisini inceleyen çalışma sonuçlarına rastlanmamıştır. Bu açıdan mevcut çalışmanın bulguları outbred Sprague Dawley ratlarda, ışık süresi ile ilgili organ ağırlık değerlerini ifade etmesi yönünden önemlidir.

Bu çalışmada, Sprague Dawley ratlarda, testis ve ovaryum ağırlığının pubertayı da kapsayan 0–15 haftalık yaş döneminde kısaltılmış ışık süresinden etkilenmediği belirlenmiştir. Edmonds ve ark ²¹ 12, 14 ve 16 saat ışık uygulamasının *Oryzomys palustris* dişilerin ovaryum ağırlığını değiştirmediğini ancak erkek hayvanların testis ağırlığına etkili olabildiğini ifade etmişlerdir.

Farelerde yapılan bir çalışma ²⁰, testis ağırlıklarının uzun günlerden kısa günlere geçiş sırasında değişmediğini, bir diğer çalışma ¹⁹ ise kısa fotoperiyod dönemlerinde dişilerde gonadların küçülme gösterdiğini ve vücut hücrelerinde de östrojene duyarlılığın reseptör seviyesinde değişim gösterdiğini bildirmiştir. Bataklik faresi üzerinde yapılan bir araştırmada ise testis, ovaryum ve uterus gelişimi, kısa fotoperiyottan negatif yönde etkilenmiştir ¹³. Benzer sonuçlar, Geyik faresi (*Peromyscus maniculatus*) ve bazı hamster soyları için de bildirilmiştir ^{16,17}.

Prairie voles erkeklerde kısa fotoperiyod dönemlerinde üreme organları gelişimi baskılanmasına rağmen, dölveriminin etkilenmediği, dişilerde ise fotoperiyodun üreme fonksiyonları üzerine etkisinin bulunmadığı saptanmıştır ¹⁸.

Shoemaker ve Heideman ⁹'a göre, puberta öncesi gençler ve ergin *F344* ratlarda üreme organlarının ağırlık artışında kısa (8 saat) ve uzun (16) fotoperiyot arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Mevcut çalışmanın bulguları da, *F344* ratlara benzer şekilde, Sprague Dawley ratların, testis ve ovaryum ağırlıklarının 9 saate kadar kısaltılmış ışık süresinden etkilenmediğini göstermektedir. Harlan Sprague Dawley soylarından ACI, BUF ve PVG erkek ratlar da ise, kısaltılmış ışık dönemlerinde büyütüldüklerinde, uzun ışık süresinde büyütülenlere göre, testis ağırlığı % 5-20 daha düşük bulunmuştur ⁵.

Rat soylarında, fotoperiyodik cevap genetik olarak farklılık göstermektedir, yani bu soyların fotoperiyod ve melatonin uyarlamaları, fizyolojik açıdan farklı seviyelerde gerçekleşmektedir ¹². Mevcut bulgular, neuro-endokrin cevapların farklı olabileceğine dair görüşleri desteklemektedir. Laboratuar ratlarının, genel olarak fotoperiyoda reaksiyonda farklılık gösterdiğine dair literatür bulguları, mevcut araştırma bulgularıyla da desteklenmektedir. Bu sonuçlar, özellikle standart deneme protokollerinin

uygulanması ve muhtemel varyasyonların dikkate alınmamasıyla tahmin edilemeyen deneme hatalarına sebep olabileceği ihtimallerini güçlendirmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışmanın bulguları, outbred Sprague Dawley rat yetiştiriciliğinde, fotoperiyottaki aydınlık sürenin, ratların bilimsel araştırma amacıyla kullanıldığı, yaklaşık 200 gram ağırlığa ulaşacakları doğum-15 haftalık dönem boyunca % 25 oranında azaltılmasının, vücut ve testis - ovaryum ağırlıklarına negatif etkide bulunmadığı yönündedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, diğer çalışmaların bulgularıyla karşılaştırıldığında, laboratuvar ratlarında, soy ve ailelerinin fotoperiyoda değişik seviyelerde reaksiyon gösterdiğine işaret etmektedir. İşletmelerde, yetiştirilen rat soyuna göre ışıklandırma süresinin ayarlanabileceği, doğal yaşamdaki kısalmış gün seviyesine kadar ışık süresinin azaltılabileceği düşünülmektedir. Özellikle outbred yetiştirilen Sprague Dawley ratlarda, her işletmenin barındırdığı rat soy ve ailesine göre, ışık süresini kısaltma olanağını araştırması ve sonuca göre değerlendirme ve uygulama yapması yönünde işaret taşımaktadır. İşletmelerin bu şekilde, daha az elektrik enerjisi tüketerek, rat yetiştirme imkânı gerçekleştirebilecektir.

Ayrıca bu çalışma, deney hayvanı yetiştirme prosedürlerinin, sadece hayvan türlerine göre değil, ırk, soy ve ailelere göre düzenlenmesi gerekliliği ve özellikle fotoperiyoda ait düzenlemelerin günümüzde ve gelecekteki daha ileri araştırma sonuçlarına göre yeniden tartışılması gerektiğine dair ipuçları içermektedir.

KAYNAKLAR

1. Poyraz O. Laboratuvar Hayvanları Bilimi, Kardelen Yayınevi, Ankara, 2000.
2. Aksoy A, Kolbakır F, Hökelek M. Laboratuvar Hayvanları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi yayınları, Samsun, 2010; 132.
3. Maronde E, Pfeer M, Glass Y, Sthele JH. Transcription factor dynamics in pineal gland and liver of the Syrian hamster (*Mesocricetus auratus*) adapts to prevailing photoperiod. J Pineal Res 2007; 43: 16-24.
4. Edmonds K, Riggs L, Masden T. Effects of photoperiod, melatonin, and the pineal gland on compensatory gonadal hypertrophy during postnatal development in the marsh rice rat (*Oryzomys palustris*). Zoolog Sci 2005; 22: 763-774.
5. Francisco NR, Raymond CM, Heideman PD. Short photoperiod inhibition growth in body mass and reproduction in ACI, BUF and PVG inbred rats. Reproduction 2004; 128: 857-862.
6. Markova M, Adamekova E, Kubatka P, Bojkova B, Ahlersova E, Ahlers I. Effect of prolonged melatonin administration on metabolic parameters and organ weights in young male and female Sprague-dawley rats. Acta Vet Brno 2003; 72: 163-173.
7. Heideman PD, Sylvester CJ. Reproductive photoresponsiveness in unmanipulated Fischer 344 laboratory rats. Biol Reprod 1997; 57: 134-138.
8. Larkin LM, Moore BJ, Stern JS, Horwitz BA. Effect of photoperiod on body weight and food intake of obese and lean Zucker rats. Life Sci 1991; 49: 735-745

9. Shoemaker MB, Heideman PD. Reduced body mass, food intake and testis size in response to short photoperiod in adult *F344* rats. *BMC Physiol* 2002; 2: 1-10.
10. Freeman DA, Goldman BD. Photoperiod nonresponsive Siberian hamsters: The effect of age on the probability of nonresponsiveness. *J Biol Rhythms* 1997; 12: 110-121.
11. Boon P, Visser H, Daan S. Effect of photoperiod on body mass and daily energy intake and energy expenditure in young rats. *Physiol Behav* 1997; 62: 913-919.
12. Heideman PD, Bierl CK, Galvez ME. Inhibition of reproductive maturation and somatic growth of Fischer 344 rats by photoperiods shorter than L14: D10 and by gradually decreasing photoperiod. *Life Sci* 1991; 49: 735-745.
13. Edmons KE, Stetson MH. Effect of age and photoperiod on reproduction and spleen in the marsh rice rat (*Oryzomys palustris*). *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2001; 280: 1249-1255.
14. Benabid N, Mesfioui A, Ouichou A. Effects of photoperiod regimen on emotional behaviour in two tests for anxiolytic activity in Wistar rat. *Brain Res Bull* 2008; 75: 53-59.
15. Karakas A, Camsani C, Serin E, Gunduz B. Effects of photoperiod and food availability on growth, leptin, sexual maturation and maintenance in the Mongolian gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Zoolog Sci* 2005; 22: 665-670.
16. Ebling FJP. Photoperiodic differences during development in the dwarf hamsters *P. Sungorus* and *P. Campbelli*. *Gen Comp Endocrinol* 1994; 95: 475-482.

17. Kriegsfeld NJ, Nelson RJ. Short photoperiod affects reproductive function but not dehydroepiandrosterone concentrations in male deer mice (*Peromyscus maniculatus*). J Pineal Res 1998; 25: 101-105.
18. Moffatt CA, Bennett SA, Nelson RJ. Effect of photoperiod and 6-methoxy 2-benzoxazolinone on male-induced estrus in *Prairie vole*. Physiol Behav 1991; 49: 27-31.
19. Trainor BC, Rowland MR, Nelson RJ. Photoperiod affects estrogen receptor alpha, estrogen receptor beta and aggressive behavior. Eur J Neurosci 2007; 26: 207-218.
20. Yellon SM, Tran LT. Photoperiod, reproduction and immunity in select strains of inbred mice. J Biol Rhythms 2002; 17: 65-75.
21. Edmonds K, Riggs L, Stetson MH. Food availability and photoperiod affect reproductive development and maintenance in the marsh rice rat (*Oryzomys palustris*). Physiol Behav 2003; 78: 41-49.
22. MacDonald CJ, Cheng RK, Williams CL, Mek WH. Combined organizational and activational effects of short and long photoperiods on spatial and temporal memory in rats. Behav Processes 2007; 74: 226-233.
23. SPSS Inc., 1997. SPSS for Windows Release 9.0.
24. Warner A, Jethwa PH, Whse CA, I'Anson H, Brameld JH, Eblind FJ. Effect of photoperiod on daily locomotor activity, energy, expenditure and feeding behavior in a seasonal mammal. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2010; 298: 1409-1416.

25. Weil ZM, Norman GJ, DeVries AC, Berntson GG, Nelson RJ. Photoperiod alters autonomic regulation of the heart. *Proc Nat Acad Sci USA* 2009; 106: 4525-4530.
26. Nelson RJ, Moffatt CA, Goldman BD. Reproductive and non-reproductive responsiveness to photoperiod in laboratory rats. *J Pineal Res* 1994; 17: 123.