Cinsiyete Bağlı Tüylenme Genleri (k^+, K) ve Günlük Yaşta Cinsiyet Ayırımına İmkan Veren Ebeveyn Soylar Geliştirme

Ramazan YETİŞİR[1]

[1:] **Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 42075, Konya**

e-posta: ryetisir@selcuk.edu.tr

Özet

Günümüzde, gerek yumurtacı ve gerekse broyler hibrit civcivlerde günlük yaşta cinsiyet ayırımı, yaygın olarak cinsiyete bağlı genlerden yararlanılarak yapılmaktadır. Ticari kanatlı ıslahında; hibrit geliştirmek amacıyla önceden belirlenen kombinasyon kabiliyeti yüksek soylarda, verim özelliklerinin ıslahından önce, cinsiyet ayırımı sağlayan genlerin fiske edilmesi gerekmektedir.

Herhangi bir karakterin tezahürü, babanın özelliği dişi ve ananın özelliği erkek civcive geçerek (zik-zak kalıtım) meydana geliyor ise bu özellik cinsiyete bağlı genler tarafından kontrol ediliyor demektir. Cinsiyete bağlı geç tüylenme alleli (K) kanat ve kuyruk tüylerinin tezahürünü geciktirir ise de belirli bir yaştan (10 - 19. gün) sonraki tüy gelişimini engellemez.

Erken tüylenen erkeklerle (k^+/k^+) geç tüylenen dişilerin (K/-) çiftleştirilmesi "tüylenme seksi" amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu teknik, ticari civcivlerde doğru ve hızlı cinsiyet ayırımı için önemlidir. Bu çiftleştirmede, bir günlük yaştaki erkek civcivlerde primer ve sekonder kanat tüyleri örtü tüylerine göre daha gelişmiş iken, dişilerde daha kısa ve birbirine eşit uzunluk göstermektedirler.

K alleli erkeklerde "dozaj etkisi" olarak kabul edilen kısmi dominant bir etkiye sahiptir. Örtü tüyleri gelişimi, K geni tarafından cinsiyete bağlı diğer geç tüylenme genlerine (K^s ve K^n) göre daha az geciktirilir. Cinsiyete bağlı tüylenme allellerin dominanslık sırası $K^n > K^s > K > k+$ şeklindedir. Ayrıca, erken tüylenen genotipler arasında geç (t^s) ve ekstrem geç (t) tüylenme sağlayan otozomal genlerin mevcudiyeti de bildirilmektedir. Bu resesif geç tüylenme mutasyonlarının normallere göre etkileri ise $T^+ > t^s > t$ şeklindedir. Bu genleri taşıyan hatlarda seleksiyonla tüy uzunlukları artırılabilir.

Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde (ATAE), 1979–1982 yılları arasında yürütülen bir projeyle, ithal edilen hibrit ebeveynlerinden yararlanılarak, melezlerinde %98–100 oranında cinsiyet ayırımı veren, iki adet erken ve iki adet geç tüylenen beyaz yumurtacı hibrit ebeveynleri (O1, T1 ve O2, T2) geliştirilmiştir. Son yıllarda, ATAE tarafından ithal edilen ve yüksek verimli olduğu bildirilen hatlarda, tüylenme durumuna göre cinsiyet ayırımı amaçlı projeler yapıldığı ve iyi bir sonuç alınamadığı dikkat çekmiştir.

Ana hattı olacak bir soya başka bir ırktan K geni aktarılabilir. Ancak, 21. endojen virüs geni (*ev21)*, K geni ile çok yakın bağlantılı olup, bu geni taşıyan dişi ebeveynlerden elde edilen hibritlerde Lenfoid Lökosis nedeniyle yaşama gücü ve verim düşmektedir. Seleksiyon ve çiftleştirme yöntemleriyle bu genden ari bir hat elde edilmesi mümkün değildir. Bu amaçla, ileri moleküler biyoloji yöntemlerine ihtiyaç vardır.

Bu tebliğ, cinsiyete bağlı tüylenme genleri bakımından uygulanabilir bir temel bilgi bloğu oluşturulmak amacıyla hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tüylenme seksi, cinsiyete bağlı gen, geç tüylenme, *ev21* geni, ebeveyn soylar geliştirme.

Not: Bu makale "Ulusal Kümes Hayvanları Kongresi 2014 (Elazığ)" de tebliğ olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

1. Giriş

Günümüz tavuk yetiştiriciliğinde, başta yumurtacılar olmak üzere işletmelerin tercihine bağlı olarak da broyler yetiştiriciliğinde, hibrit civcivlerde günlük yaşta cinsiyet ayırımı yapılmaktadır. Civcivlerin cinsiyeti dış görünüşlerinden 6-8 hafta dolayında belli olmaktadır. Yumurtacı erkek civcivler, bir besi süresince (6-8 hafta) beslenmeleri durumunda 300 g dolayında bir canlı ağırlığa (CA) erişmekte 2.5-3.0 kg dolayında yem tüketmekte ve yem değerlendirme katsayısı broylerlere göre daha düşük olmaktadır. Erkek civcivler yumurtacı dişi civcivlerle birlikte yetiştirmeye alınmaları durumunda ise kapalı alanın kullanım etkinliği yarı yarıya azalmakta ve yumurta maliyeti, bina amortismanı nedeniyle, yükselmekte veya yetiştirmeye alınan dişi civciv sayısı yarı yarıya azalmaktadır. Broyler yetiştiriciliğinde ise; bir günlük yaşta cinsiyet ayırımı yaparak, erkekler 5. hafta sonunda, dişiler ise 6. hafta sonunda kesilebilmektedir. Böylece işletme elde edeceği broyler etini pazarlamada bir haftalık bir zaman kazanmaktadır. Ayrıca, erkek ve dişi broylerleri işletme içinde ayrı yetiştirebilmekte ve besin maddesi ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde ayrı karma yem hazırlayabilmektedir. Böylece işletme, muhtemelen, üretim maliyetini düşürerek, rekabet gücünü artırabilmektedir.

Günlük yaşta cinsiyet ayırımı yapmada;

1.- Ampirik yöntemler
   a) Dış görünüşüne bakarak
   b) Hareketlerine bakarak
2.- Kloak'a bakarak cinsiyet ayırımı
   a) Çıplak gözle
   b) Mekanik yolla (Sekseskop)
3.- Genetik yol olmak üzere, üç genel metot kullanılmıştır (Poyraz, 1991).

Bunlardan birincisinde başarı şansı oldukça düşüktür (%60–70). Dolayısıyla, bu metotların pratik değeri yoktur. İkincinde başarı sansı, kalifiye elemana bağlı olarak, yüksek ise de, civcivler fiziki olarak yıpranmaktadır. Burada, bu metotların ayrıntısı üzerinde durulmayacaktır.

Günümüzde yaygın olarak hibrit civcivlerde cinsiyet ayırımı genetik yolla yapılmaktadır. Bu metotta isabet derecesi %99–100 dolayındadır. Bu amaçla cinsiyet kromozomları üzerinde bulunan gen etkilerinden yararlanılmaktadır.

Tavuklarda 39 çift kromozom bulunmakta ve bunlardan bir çifti cinsiyet kromozomlarıdır. Tavuklarda memelilerin aksine dişiler hetero gametik, erkekler ise

homo gametiktirler. Yani, memelilerde dişiler X/X, erkekler X/Y iken, tavuklarda erkekler Z/Z, dişiler ise Z/W veya Z/- şeklinde gösterilmişlerdir. İpek böceği ve bazı balıklarda da durum böyledir. Herhangi bir karakterin cinsiyet kromozomları üzerinde yer aldığının belirtisi, babanın özelliğinin dişi civcivde, ananın özelliğinin ise erkek civcivde tezahür etmesidir. Buna zik-zak kalıtım da denmektedir.

Mevcut literatürde cinsiyet ayırımında yararlanılan cinsiyet bağlı genler şöyledir (Türkoğlu ve Sarıca, 2009):

Çubuklu (B) ve çubuksuzluk (b) geni; Plymouth Rock ve bunlardan üretilen hatlarda bulunur. Günlük civcivlerde cinsiyet ayırımı yapımına imkan verir. Doğal otoseks olarak da bilinir.

Erken (k+) ve geç (K) tüylenme genleri; beyaz yumurtacı ırklar erken, kombine ve etçi ırklar geç gelişen kanat tüylenmesine sahiptirler. Özellikle beyaz tüylü yumurtacı hibritlerde ve broyler hibritlerde günlük civcivlerde cinsiyet ayırımı yapmada yararlanılır.

Deride melanin pigmenti oluşmasını önleyici (I_d) ve sağlayıcı (i_d) genler; bu genlerde cinsiyet kromozomu üzerinde yer almakta ve etkilerinden yararlanarak günlük civcivlerde cinsiyet ayırımı yapılabilmektedir. Bu genler yardımıyla cinsiyet ayırımı yapılırken, deride beyaz renk (W) ve deride sarı renk (w) oluşumunu sağlayan otozomal genler de dikkate alınarak uygun kombinasyonların sağlanması gerekmektedir.

Silver (S) ve gold (s) genleri; kahverengi yumurtacılarda cinsiyet ayırımında yaygın olarak kullanılmaktadır. En kolay olarak Rode Island Red ve açık renkli Sussex çiftleştirilmelerinde görülmektedir. s/s horozları S/- dişileriyle çiftleştirildiğinde dişiler kahve (s/-, gold) erkekler gümüşi (S/s) renk gösterir ve görsel olarak kolayca cinsiyet ayırımına imkan verirler.

Bu tebliğ, cinsiyete bağlı erken (k+) ve geç (K) tüylenme genleri, bunları taşıyan hatların özellikleri ve geliştirilmeleri üzerinde olmuştur. Bu genlere bağlı olarak bir günlük yaşta cinsiyet ayırımı yapılabilen hatlar elde etme, son yıllarda yeniden kamu ıslah kuruluşlarında araştırma ilgi alanı olmuştur.

2. Tüylenme Biyolojisi

Tüyler, evcilleştirilmeden önceki dönemde uçmak için, aerodinamik bir yapıda geliştiler. Tüyler, deri ve vücudu çeşitli yaralanma ve zedelenmelere karşı da korur. Bugün, iyi bir göğüs tüylenmesi broyler karkas kalitesinin korunması için ön şart olarak kabul edilmektedir. Tavuklarda vücut tüyleri yeterli gelişim gösterdiğinde, ekstrem hava şartlarında vücut ısısının korunmasına yardımcı olurlar.

Tüyler; epidermal hücrelerin, özel bir şekilde bir araya gelmeden önce, keratinleşmiş şeklidir.

Tavuklarda farklı tüy bölgeleri mevcuttur. Bunlar; kuyruk, omuzlar, butlar, göğüs, boyun, sırt, kanatlar, abdomen ve baş olarak belirir. Bu on bölgedeki tüylerin tezahür (görünme) sırası cinsiyete bağlı erken ve geç tüylenen Beyaz Legorn (BL) ve Rode Island Red (RIR) ırklarında aynıdır. Bir bölgedeki tüylerin üst ucu (caudal) önce görünür ve en fazla uzunluk kazanır. Ancak, tüylerin görünüm yaşı, farklı tüy bölgelerindeki genetik farklılık nedeniyle, 8 haftalık yaşa kadar uzayabilir.

Başlangıç tüyleri (alt tüyler) ve folikül büyümesi embriyonik dönemde, dermal ve epidermal doku tabakalarındaki büyüme ve interaksiyonlarla, başlayarak oluşur. Kısaca, çeşitli tüy tipleri mevcuttur. Çıkıştaki alt tüyler, genç ve ergin dönem tüyleriyle yenilenir. Bu dönemlerde ise temel olarak üç çeşit tüy görünür. Bunlar; karın alt tüyleri, apterial bölgedeki uzun saç benzeri tüyler ve merkezi şaftta görülen contour tüyleri. Özel contour tüyleri ise primer ve sekonder kanat tüyleri (remiges) ile kuyruk tüyleridir (rectrices).

Embriyonik dönemde, tüy başlangıç hücreleri 9. günde görünmeye başlar, ve 16. güne kadar gelişir. İlk genç tüy, hücre tarafından vücut yüzeyine itilir. 17. günden çıkışa kadar, embriyonik folikül gelişimi ve tüyler tamamlanır.

Çıkış sonrasında tüylerin görünmesi bakımından önemli varyasyon mevcuttur. Bazı bireyler 28. günde tüylerle kaplanırken, bazıları 80. güne kadar alt tüyler denilen başlangıç tüylerini tutarlar.

Çıkıştaki bir civciv ve 49. günlük yaşta tüy gelişimini tamamlayamamış bir pilicin sırt deri kesiti incelendiğinde, ikincilerin tüy folliküllerinin daha derinde ve daha büyük olduğu görülmüştür. Farklılıklar, tüy gelişiminde çıkış sonrası farklılaşma yerine, her iki yaştaki nispi deri kalınlığından kaynaklanmaktadır. Tüy gelişimindeki gecikme erken dönemdeki ara hücrelerin oluşumuna bağlı gözükmektedir (Chambers ve ark., 1993).

3. Tüylenme Genetiği

3.1 Genel

Tavuklarda cinsiyete bağlı genlerin tüy gelişimine etkileri üzerine ilk bilimsel raporu Rus genetikçi Serebroviski 1922'de sunmuştur. Müteakiben, Warren ABD'de 1925 yılında bu gözlemi doğrulayan çalışmalar yapmıştır (Chambers ve ark., 1993).

Orijin olarak, Asya, İngiliz ve Amerikan ırkları geç tüylenme, Akdeniz ırkları ise erken tüylenme özelliği göstermektedirler. Erken tüylenme geni, k^+, yabani form

olduğundan, k^+ geni lokusu (tüylenme) olarak ifade edilmekte, K ve diğer allellerin mutasyon olduğu bildirilmektedir (Carefoot, 1986).

Cinsiyete bağlı alleller, k^+ ve K, tüy gelişiminin başlama yaşına etkileri bakımından farklılık gösterirler. Bu lokusta, cinsiyete bağlı başka allellerin (K^n ve K^s) de mevcudiyeti bilinmektedir. Erken ve geç tüylenen popülasyonlarda, cinsiyete bağlı allellerin tezahürünü değiştiren poligen kaynaklı değiştiriciler de mevcuttur. Bu değiştiriciler, K ve k+ bakımından homozigot popülasyonlarda, tüy gelişimi bakımından yapılan seleksiyona cevap verirler.

Mevcut kaynaklarda tabir olarak erken-geç tüylenme, hızlı-yavaş tüylenme, kısa-uzun kanat ibareleri kullanılmıştır. Ancak, erken-geç tüylenme tabirinin daha uygun olduğu ifade edilebilir. Çünkü, bu genler hız yerine tüy gelişiminin başlatılması üzerinde etkili olmaktadır.

Genetik olmayan faktörler de tüy gelişimini etkileyebilir. Bu faktörler arasında tiroksin, yüksek nem, düşük sıcaklık ve düşük diyet protein düzeyi zikredilebilir. Seksüel dimorfizm de keza belirli tüy bölgelerinin erkeklere göre dişilerde daha erken gelişme göstermesine sebep olur.

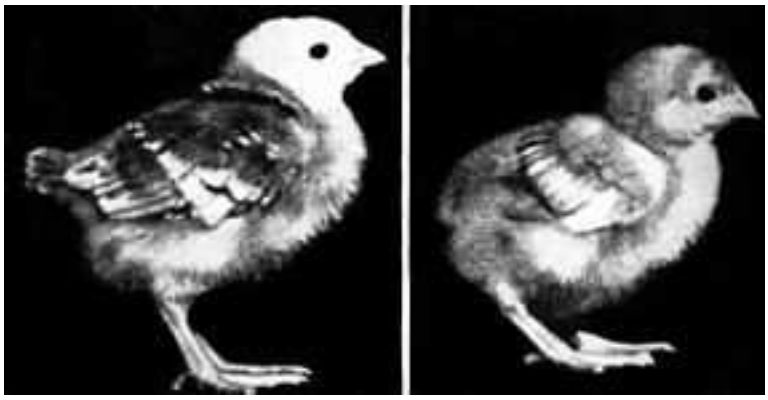
3.2 Cinsiyete bağlı tüylenme allellerinin (k^+, K, K^n, K^s) tüy gelişimine etkileri

Erken ve geç tabirleri, civciv alt tüylerinin ergin tüylerle ikame edilmeye başladığı yaşa göre ifade edilir. Primer ve sekonder kanat tüyleri bazı ırklarda çıkışta görünmeye başlar veya ilk önce gelişirler. Kuyruk tüylerinin gelişme yaşı ise kesin sınıflandırma belirtisidir. Geç tüylenen civcivler 3 haftalık yaştan önce kuyruk tüylerini göstermezler.

Erken ve geç tüylenen genotiplere ait embriyolarda yapılan bir çalışmada, primer ve sokonder alt (down) tüylerdeki tezahür yaşı ve uzunlukları, karşılık gelen örtü tüylerine göre belirlenmiştir. Buna göre; kuluçkanın 19. gününde erken tüylenen embriyolar geç tüylenenlere göre daha uzun primer ve sekonder kanat tüylerine sahip olmuşlardır. Erken ve geç tüylenen embriyoların kuluçkanın 13-20. günleri arasında, alt tüy uzunluğu bakımından bir fark görülmemiş ve bu yaştan sonra bu tüylerin gelişimi durmuştur. Kuluçkanın 19. gününde erken ve geç tüylenen embriyoların primer ve sekonder örtü tüyleri arasında da bir fark bulunmamıştır (Snelling, 1953).

Cinsiyete bağlı erken tüylenen civcivler, geç tüylenenlere göre, çıkış sonrasında pek çok tüy bölgelerinde erken dönemde uniform tüyler gösterirler. Farklılık kuyruk bölgesinde bariz bir şekilde görülür (Resim 1). Erken tüylenme durumunda, çıkıştaki örtü tüyleri primer ve sekonder kanat tüylerinden daha kısa olarak karakterize olur. Geç

tüylenen civcivler ise, çıkışta, örtü tüyleri primer ve sekonder kanat tüyleriyle ya eşit yada daha uzun olarak belirirler (Şekil 2). Erken ve geç tüylenen civcivlerin uçma tüyleri uzunluğunda bir varyasyon olurken, örtü tüyleriyle primer ve seconder kanat tüyleri arasındaki ilişki bariz olarak kalmaktadır.

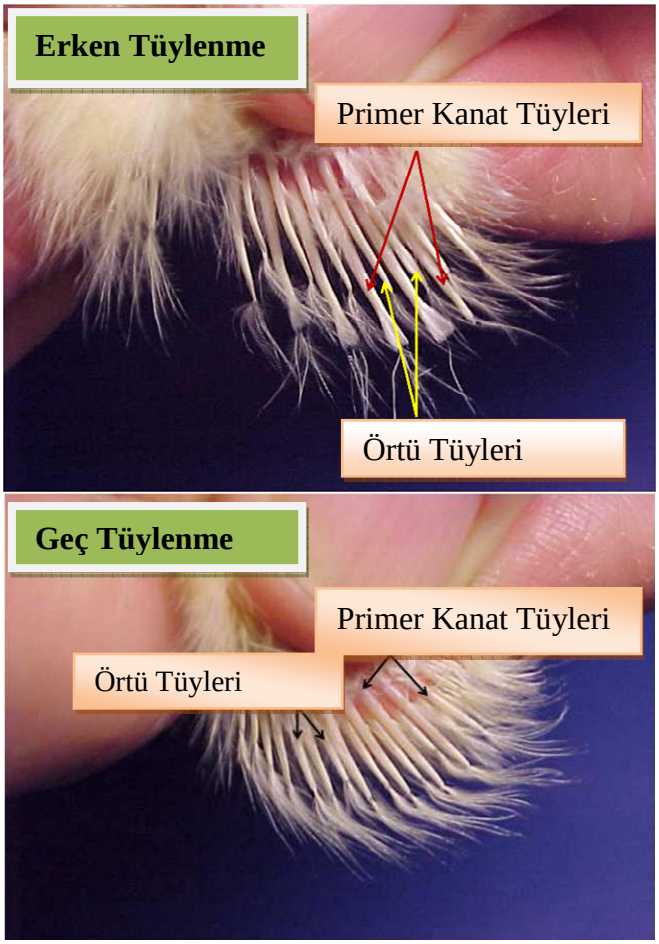


Resim 1.- Erken ve geç tüylenen civcivlerde 10. günlük yaşta kuyruk tüyleri gelişimi

K^n sembolüyle gösterilen cinsiyete bağlı gen, K genine nazaran tüy gelişimine daha fazla etkilidir. K^n genine sahip civcivler, çıkışta alt tüylerle tamamen kaplıysa da primer ve sekonder uçma tüyleri ya tamamen yok, yada çok küçük (iğne) tüylerle kaplıdır. Örtü tüyleri ise normal uzunlukla yok durumu arasında değişmektedir. Dört haftalık yaşa kadar, homozigot erkeklerle hemizigot dişiler alt tüylerle kaplı kalırken, 5-6 hafta dolayında kırılarak dökülür ve sonunda çıplak kalırlar. Her ne kadar, bu allele sahip ergin dişiler değişen derecede tüylenme gösterirse de nadiren normal tüylenme gösterirler. Karın tüy bandı genellikle çıplak, kuyruk tüyleri (rectries) yok, primer ve sekonder kanat tüyleri (remigies) yok veya sayısı çok azdır. Tüy başlangıç taslağının aktif olmasıyla; baş, but (femoral) ve bacak (curucal) bölgeleri haricinde, gelişimi önemli ölçüde gerileyen tüm diğer tüylerin, daimi ilk jenerasyonunun oluşumu başlar.

Cinsiyete bağlı k^+ lokusunda görülen dördüncü allele K^s sembolü verilmiştir. Bu gene sahip Beyaz Legornlarda primer ve sekonder kanat tüylerinde çok az bir büyüme ve çok küçük örtü tüyleri (mutasyon) gözükmektedir. Altı haftalık yaştaki K^s tipi, otozomal homozigot resesif ekstrem geç genine (t) sahip piliçlerle ayrılamazlar. Bu piliçler çıplak sırt ve gecikmiş kuyruk tüylerine sahiptir. Homozigot erkekler kuyruk tüylerinin çoğunu kaybederken, 12 haftalık yaşta normal tüylenme gösterirler.

Cinsiyete bağlı tüylenme lokusundaki allellerin muhtemel dominans sırası $K^n > K^s > K > k^+$ şeklindedir. Bununla birlikte dominanslık kısmidir (McGibbon, 1977).



Resim 2.- Erken ve geç tüylenme

K/K, K/k+ erkekleri ve K/- dişilerinin iki jenerasyon kıyaslanmasıyla, çıkışta 2 nolu sekonder kanat tüyleri, 12 günlük yaşta kuyruk tüyleri, 3 haftalık yaşta sırt tüylenme skoru ve 5 haftalık yaştaki tüy örtüsü her sene ve her genotip için farklı bulunmuştur. Tüy örtüsü bakımından hemizigot dişiler (K/-), homozigot erkeklerden daha iyi, heterozigot erkekler ise hemizigot dişilere benzer bulunmuştur (Siegel ve ark., 1957). Bu sonuçlara göre; K, k^+'ya eksik dominant ve çıkış sonrası 3 hafta boyunca doz etkisi göstermektedir. Diğer alleller için de kısmi dominans etkisi olduğuna ait deliller mevcuttur.

K^s geni, Beyaz Legorn'larda 6. haftalık yaşta "çıplak sırt" tüylenmesine sebep olmakta, 12 haftalık yaşta ise, çok az sayıda ana kuyruk tüyleri geliştiren K^s/K^s erkekleri hariç, normal tüylenme göstermektedirler (McGibbon, 1977).

K^n/K^n ve K^n/k^+ erkeklerinin tüylenme derecesi bakımından kıyaslanmasıyla, ergin homozigot erkekler, genellikle tam tüylenme göstermezken, ergin heterozigot erkekler, kuyruk tüyleri (rectries) hariç, tüylenir ve normal gözükürler (Somes, 1969).

Otozomal "değiştirici" genlerin K alleli mevcudiyetinde primer kanat tüylerini azalttığı yönünde deliller mevcuttur. K geninin doz etkisi nedeniyle, homozigot erkekler heterozigotlara göre daha çok etkilenmektedit (Symth ve Classen, 1976).

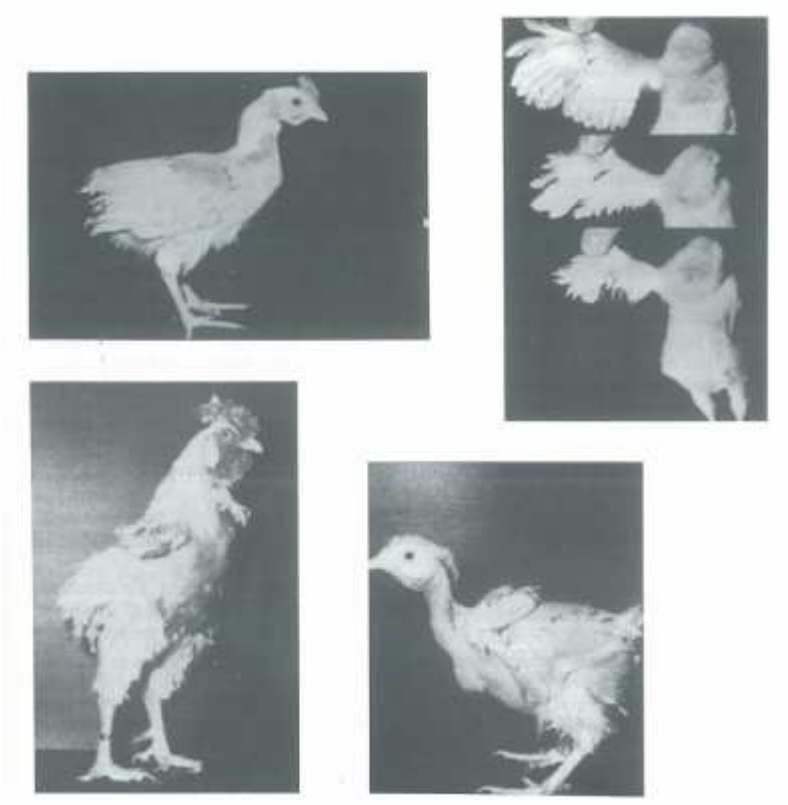
Özet olarak; cinsiyete bağlı alleller tüylerin görünme yaşında (veya tüydökümü) farklılıklara sebep olurlar, ve primer ve sekonder kanat tüyleriyle kuyruk tüyleri üzerine daha fazla etkilidirler. Bu allellerin etkileri bakımından farklılıklar, kuluçka işleminin 19. gününde belirmeye başlar. Resesif allel k^+ tüylerin erken görünmesi (veya tüy dökümünü) ile ilişkili olup öteki alleler bu işlemi geriletirler. Bu alleller erkeklerde kısmi dominans (doz etkisi) ve homozigotlarda da en fazla etki gösterirler.

3.3 Otozomal Tüylenme Genleri (T^+, t^s ve t)

Tavuklarda tüy gelişimini geciktiren otozomal resesif genler hakkındaki ilk rapor 1933 yılında Warren tarafından yayınlanmıştır (Somes, 1990). Bu durum, çıkışta 4. ve daha sonraki sekonder uçma tüylerinin geç gelişmesi (t^s) olarak gösterildi. Bu genotipe sahip civcivlerde, 10 günlük yaşta sekonder uçma tüylerinin yokluğu yanında kuyruk tüyleri de, K genotipinde olduğu gibi, çıkmamaktadır.

He ne kadar, cinsiyete bağlı K geni mevcudiyeti, genç piliçlerde t^s geninin fenotipik olarak ayrılmasını güçleştirir ise de, t^s geni bakımından homozigot erginler, bu geni taşımayanlardan ayrılamazlar. Muhtelif tüylenme fenotipleri Şekil 3'de görülmektedir.

Otozomal resesif diğer bir genin, t (ekstrem geç), fenotipik olarak tezahürü t^s geninden daha ekstremdir. Geciktirme lokusundaki alleller majör etkili ve T^+, t^s ve t olarak simgelenmiştir. Cinsiyete bağlı tüylenme lokusundaki allellerin fenotipik olarak ayrılmasındaki güçlükler nedeniyle, cinsiyete bağlı genler ve otozomal genlerin birleşik etkilerini analiz eden rapor sınırlıdır. T^+, t^s ve t genlerinin cinsiyete bağlı erken tüylenme (k^+) şartlarında kıyaslanmasıyla; t genine sahip civcivler çıkışta normal kanat tüylerine sahip ise de, hepsinin sekonder kanat tüylerine sahip olmadıkları görülmüştür. Birkaçı ise, geç tüylenme genotipindekiler (t^s/t^s) gibi ilk 2 veya 3. sekonder kanat tüyü gelişmiştir. On günlük yaşta, t^s/t^s civcivlerde kuyruk tüyleri yoktur. İlk 3 veya 4 primer kanat tüyleri ve sekonderler normal uzunlukta iken kuyruk tüyleri çok kısa olarak gelişmektedir.



Resim 3.- Tüy gelişim varyantları (Somes, 1990'dan). Üst: 8 haftalık yaştaki t/t erkek ve 10 günlük yaştaki T^+/T^+, t^s/t^s, t/t civcivler (Jones ve Hut, 1946). Alt: Geç erkek (K^n/K^n) ve geç dişi ($K^n/-$) (Somes, 1969).

Üç haftalık yaştaki normal (T^+) civcivler tüm vücut tüylerine sahip ise de (bariz kuyruk, en az 8 primer ve 8 sekonder kanat tüyü), t^s genine sahip civcivler küçük bir kuyruk, sadece 6 primer (ilk üç primer sekonderlere eşit olarak) ve 6 veya daha fazla sekonder kanat tüylerine sahip olmuşlardır. 10 günlük yaştaki t^s/t^s ve T^+/T^+ civcivler arasındaki farklar daha az belirgindir. t genine sahip civcivler, kuyruk tüyü yokluğu, sekonderlerin primerlerden daha kısa olmasıyla bariz bir özellik gösterirler. Üç haftalık yaşta, 10 günlük yaştaki t^s genine sahip civcivlerle benzerlik göstermektedirler. t^s genine sahip civcivlerin tüylenmesi 6 haftalık yaş dolayında normallere (T^+) yakın bulunmuştur. Ergin yaşta her üç genotip de görsel olarak farksız bulunmuşlardır (Jones ve Hut, 1946). Bu allellerin muhtemel dominaslık sırası ise $T^+ > t^s > t$ şeklinde olduğu bildirilmiştir (Somes, 1990).

Bu genler cinsiyete bağlı olmadıklarından hem erkek ve hem de dişide ikişer adet bulunurlar. Muhtemel kombinasyonlar, T^+/T^+, T^+/t, T^+/t^s, t^s/t^s, t^s/t, t/t şeklinde olabilir.

3.4 *ev21* Geni

Avian Lökosis(ALV)/Sakroma(ALSV) Virüs'leri, nasıl geçtiklerine bağlı olarak, eksojen (dışardan) ve endojen (içerden) olarak sınıflandırılırlar. Eksojen Lökosis Virusları, vertikal ve horizontal olarak, hayvandan hayvana enfekte edici vironlar olarak yayılırlar. A, B, C, D ve J alt grup virusları bu şekilde yayılmaktadırlar. Endojen (içerden) Lökosis Virusları ise, E alt grubu, üreme hücreleri (germ-line) veya soma hücreleri genomuna, proviral DNA sequensi olarak entegre olup, genetik olarak Mendel kanunlarına göre, her iki cinsiyete de, döllere taşınırlar. Çeşitli endojen virus familyaları mevcuttur. Beyaz Legorn sürülerinde 20'den fazla endojen viral gen belirlenmiştir. Uluslarası Tavukçuluk Genetik Sürüleri Kütüğünde 26 adet gen bildirilmiştir (Somes, 1988). *ev21* bunlardan biridir. Pek çok endojen virus genetik olarak hatalı (defektif) ve enfekte edici virus üretimi için gerekli retroviral gen bakımından tam değildir. Bu genler, reverse transcriptase veya grup spesifik antijeni olarak, kısmen exprese olurlar. Bazı (*ev)* lokusları ise tam gen setine sahip, E ALV alt grubu gibi, ve exprese olurlar. Bunlardan RAV-0 virus suşu ptototiptir. *ev21* lokusu ise genetik olarak, cinsiyete-bağlı geç tüylenme lokusu, K, ile yakın bağlantılı olup Z kromozomu üzerindedir. Bu gen EV21 virusu olarak civciv embriyosunda exprese olmaktadır. EV21 virusu immunolojik tepkiyi zayıflatarak, eksojen ALV enfeksiyonuna bir tolerans etkisi üretmektedir. ALV enfeksiyonu ise döllerde Lenfoid Lökosis insidansını artırmaktadır (Jourdan, 2008).

Geç tüylenme mutasyonu, K, evolüsyon sürecinde tavuk tüylenme lokusuna *ev21* sequensinin girmesiyle meydana geldiği ihtimali üzerinde kuvvetle durulmaktadır. Tüylenme seksi elde etmek için melezler üreten bazı ıslah işletmelerinin, geç tüylenen dişi ebeveynlerden (K/-) elde edilen melez dişi döllerde, artan eksojen ALV'ye bağlı viremia insidansıyla, yüksek löksis ölümleri ve yumurta veriminde düşmeden şikayet ettikleri bildirilmiştir. Yapılan araştırmalarla, *ev21* geninin dişi ebeveynde enfekte edici endojen ALV, EV21, olarak exprese olduğu ve congenital olarak döllere taşındığı, immunolojik toleransı uyardığı ve sonuçta eksojen ALV enfeksiyonuna hassasiyeti artırdığı belirlenmiştir (Fadly ve ark., 1977).

Bacon ve ark. (1985, 1986) Legorn sürülerinde K allelinin endojen proviral gen (*ev21*) ile yakın bağlantı (linkage) içinde (aynı cinsiyet kromozomu üzerinde) olduğunu göstermişlerdir. Bu gen, yukarıda da açıklandığı gibi, yumurtayla taşınan lökosis viruslarıyle döllerin imunolojik tepkilerine müdahale etmektedir. Buna göre, döllerdeki yaşama gücü ve yumurta veriminde düşüklüğün sebebi açıklanabilmiştir.

4. Melez Döllerinde, Kanat Tüyleri Gelişimine Göre, Cinsiyet Ayırımı Yapılabilen Ebeveyn Soylar Geliştirme

4.1 Genel

Warren (1930), bir bülten yayınlayarak, cinsiyete bağlı tüylenme soyları geliştirme konusunu kolay anlaşılır bir şekilde açıklamıştır. O zamandan bugüne kadar, cinsiyete bağlı alleller kullanılarak, yumurtacı ve broyler melezlerinde cinsiyet ayırımı yoğun bir şekilde yapılmıştır.

Mevcut bilgiler ışığında, cinsiyete bağlı tüylenme soyları geliştirmek için aşağıdaki gibi bir yol takip edilebilir.

k^+ genine sahip hat elde etmek bu genin yabani form olmasından dolayı kolaydır. Baba özellikleri bakımından (döl verimi, yumurta ağırlığı vd) iyi olduğu bilinen, ve zaten erken tüylenen Legorn hattında, veya elde mevcut hatta, bir kuluçka sezonunda standart erken tüylenen erkek (k^+/k^+) ve dişileri ($k^+/-$) seçerek işe başlanabilir. Bu soyda muhtemel sorun tüylenmeyi etkileyen t^s ve t otozomal genlerini elimine etmek veya bunların aleyhine çıkışta seçim yapmaktır. Bu genler geç ve ekstrem geç tüylenme gösteren civcivlerin seçimi demektir.

Önemli olan mutant form olan geç tüylenme hattının (K/K ve K/-) elde edilmesidir. K geç tüylenme geni bulunduran bir soy elde etmek için mevcut ana hattı özelliği (yumurta verimi, kuluçkalık yumurta oranı, yem çevirimi vd) gösteren hatta, bir kuluçka sezonunda standart geç tüylenme gösteren civcivler erkek veya dişi olmasına bakılmaksızın ayrılır ve bunların tüylenme durumu büyütme, verim ve özellikle de tüy dökümü periyodu boyunca takip edilir. Bu takip sırasında bir kısım geç tüylenme gösteren hayvanların erkekleri (K/K veya K/k), k+/- dişileriyle çiftleştirilerek, tüm civcivleri geç tüylenen erkekler belirlenir ve diğer dişilerle (K/-) müteakip jenerasyon çiftleştirmeye alınır.

Eğer bu şekilde geç tüylenen civcivler bulunamıyorsa, diğer bir yol olarak, geç tüylenen ırklardan gen aktarımı yoluna gidilebilir. Burada, ana hattı özelliği gösteren dişi ebeveyn geç tüylenen bir ırka ait erkeklerle (K/K) çiftleştirilir. Elde edilen döller tamamen geç tüylenme gösterecektir. Müteakip jenerasyonda bu F_1 dişileri (K/-) başlangıç hattın horozlarıyla (k^+/k^+) çiftleştirilerek G_1 seviyesine dönülür. Bunda amaç, başlangıç yüksek verimli hattın genotipine daha fazla oranda sahip olmaktır. G_1 popülasyonunda 2/4 K/k^+ erkek ve 2/4 k+/- dişi genotipleri olacaktır. G1 popülasyonu kendi içinde çiftleştirildiğinde ilk jenerasyonda dişi ve erkeklerinin yarısı geç tüylenme gösterecektir. Geç tüylenenler kendi arasında çiftleştirilirse popülasyonda K/K bireyleri de oluşacaktır. Burada

horozların bir kısmı K/k^+ genotipinde ve geç tüylenme gösterirler. Müteakip jenerasyonda horozlar k^+/- genotipli dişilerle kontrol çiftleştirilmesine tabi tutularak homozigot horozlar (K/K) belirlenir. Bu horozlar geç tüylenen dişilerle çiftleştirilerek geç tüylenme hattı elde edilir.

Nitekim, Rao (1983), Hindistan'da, geç tüylenen lokal bir ırktan Beyaz Legorn hattına yukarıda zikredilen doğal çiftleştirmeler yoluyla geç tüylenme geni transferi yapmıştır. Araştırıcı, bu süreçte, beyaz tüy rengi genlerinin açılımını da takip ederek elde edilen hattın tamamen beyaz tüylenmesini sağlamıştır.

4.2 Türkiye'de yapılan çalışmalar

Ülkemizde, cinsiyete bağlı gen etkileri taşıyan soylar geliştirme konusunda, baştan itibaren, yani bu etkilerin bulunmadığı soyları ele alarak, geleneksel veya ileri metotlar kullanarak, gerçekleşen bir çalışma yapılmamıştır.

1978'li yıllarda, kamu araştırma kuruluşu olan Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde cinsiyete bağlı gen etkilerine sahip hatlar geliştirmek ve bunları kısmen verim bakımından ıslah ederek yine kamu kuruluşları (DÜÇ veya üretme istasyonları) aracılığıyla halka veya ticari üretim işletmelerine dağıtmak amaçlanıyordu.

Böylece, yabancı firmaların tekel olmaları önlenecek, fiyat ayarlamasına katkıda bulunulacak, üreticiye alternatif sunulacak, ve aynı zamanda dışa bağımlılığın etkileri kısmen azaltılabilecekti. Bu amaçla kahverengi yumurtacılarda tüy rengine ve beyaz yumurtacılarda ise tüylenme durumuna bakarak cinsiyet ayırımı veren hatlara sahip olmak önemli görülüyordu. Nitekim pratik yollarla Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünde 1978-1982 yılları arasında o zaman Türkiye'ye giren hibrit ebeveynlerinden yararlanarak 4 adet tüy rengine, 4 adet de tüylenme hızına bakarak cinsiyet ayırımı yapılabilen 8 adet ebeveyn soyu geliştirildi (Sarı ve ark. 1979; Yetişir, 1984).

O zaman diliminde, Lisansüstü çalışmalarda ithal edilen hibrit ebeveynlerinden yaralanılarak yerli ebeveynlerin geliştirilmesi, önemli bir araştırma ilgi alanıydı. Zikredilen enstitüde A. Ü. Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü öğretim üyeleri de danışmanlık yapıyorlardı.

Beyaz yumurtacı cinsiyete bağlı soyların elde edilmesi, 1979 yılında başlatılan bir TUBITAK projesi kapsamında ön araştırması yapıldıktan sonra, yapılan bakanlık projesi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir (Sarı ve ark. 1979). Nitekim 1982 yılına gelindiğinde beyaz yumurtacı cinsiyete bağlı gen etkileri taşıyan iki erken (O1, O2) tüylenen baba hattı ve iki geç tüylenen (T1, T2) ana hattı geliştirilmiştir.

Bu dönemde, Shaver (SS) ve Hy-Line (HH) hibrit ebeveynleri ithal ediliyordu. Bu çalışma bu ebeveynlere dayanmıştır. Cinsiyete bağlı gen etkileri taşıyan beyaz yumurtacı soyların elde edilmesinde aşağıdaki çiftleştirme planı uygulanmıştır. Bu ebeveynlerin melez, erkelerin (k^+/k^+) ve dişilerin de (K/-) genotipinde olduğu biliniyordu.

İlk harfler erkek kabul edilerek, önce karşılıklı çiftleştirmelerle S x H (F1) ve H x S (F1) melezleri elde edildi.

Baba soylarının oluşturulmasında,

S X SH (F_1) = G_1 (S_1H) = O_1

S X S_1H = G_2 (S_2H) = O_2 ve

ana soylarının oluşturulmasında da

HS (F_1) X H = G_1 (HS_1) = T_1

HS_1 X S = G_2 (HS_2) = T_2 çiftleştirmeleri yapıldı.

Bu çiftleştirme programına göre erken (k+) ve geç (K) tüylenme genlerinin jenerasyonlar arası akışının Çizelge 1'deki gibi olması beklenmiştir.

	Baba Soyu	**Ana Soyu**	**Jenerasyon**
Çiftleştirme	k^+/k^+ X $k^+/-$	K/k^+ X K/-	
Döl	k^+/k^+, $k^+/-$	K/K, K/-, K/k^+, $k^+/-$	G_1 (O1, T_1)
Çiftleştirme	k^+/k^+ X $k^+/-$	K/K X K/-	
Döl	k^+/k^+, $k^+/-$	K/K, K/-	G_2 (O_2, T_2)

Çizelge 1.- Jenerasyonlar boyunca, erken ve geç tüylenme genlerinin akışı

Çizelge 1'de görüldüğü gibi, baba soylarının oluşturulması sırasında, cinsiyete bağlı erken tüylenme geni (k+) resesif olduğundan, tanınmalarında bir sorun yaşanmamaktadır. Ana soylarının oluşturulmasında ise G_1 düzeyinde K/K, K/-, K/k^+ ve $k^+/-$ genotipleri sözkonusudur. $k^+/-$ genotipindeki dişiler bir günlükken tespit edilebilmekte, dolayısıyla geriye kalan dişiler sadece geç tüylenme geni (K/-) taşımaktadırlar. Horozlar ise fenotipik olarak geç tüylenme göstermekte ise de heterozigot (K/k^+) olanların homozigot (K/K) olanlardan ayrılmaları gerekmektedir. Bunun içi tüm geç tüylenen horozlar kontrol çiftleştirmesine tabi tutulmuştur. Erken tüylenen tavuklarla ($k^+/-$) hep geç tüylenen döl veren horozlar tespit edilerek kendi soyundan dişilerle çiftleştirilerek üretilmişlerdir. Günlük tüylenme hızıyla 8. günde kuyruk tüylerinin mevcudiyeti arasında yüksek derecede korelasyon bulunduğu bilindiğinden kontrollerde yanılmamak için her iki özellik de dikkate alınmıştır (Yetişir, 1984).

Bu soylar (O1, T1 ve O2, T2), 1982 yılında yürürlüğe konan Ülkesel Tavukçuluk Araştırma Geliştirme (DPT) Projesi çerçevesinde, ikili melez olarak, verimleri bakımından ıslah edilmeye çalışılmıştır. Diğer taraftan birçok lisansüstü çalışmada bu soyların ebeveyn ve melez özellikleri üzerinde performans çalışmaları yapılmıştır (Sarıca ve Testik, 1988; Uysal, 1989). En son olarak da bu soylar bakanlık kararıyla tasfiye edilmiştir.

Son zamanlarda konu yeniden gündeme gelmiş, anılan enstitüde, Durmuş ve ark. (2010) geç ve erken tüylenen hatlar geliştirme ve tüylenme hızının verim ve kuluçka özelliklerine etkilerini incelemek üzere bir araştırma yürütmüşlerdir.

5. Sonuçlar ve Öneriler

Yaklaşık 90 yıllık bir mazisi olan cinsiyete bağlı tüylenme genleri k^+ ve K, endüstriyel tavukçulukta, başta beyaz yumurtacı hibritlerde bir günlük yaşta cinsiyet ayırımında yaygın olarak kullanılmakta ve kullanılmaya da devam edilecektir. Cinsiyet ayırımı için; ana soyu, erkekli dişili K/K ve K/-, baba soyu ise k^+/k^+ ve k+/- genotiplerine sahip olması gerekmektedir. Baba soyu horozlarının (k^+/k^+) ana soyu dişileriyle (K/-) çiftleştirilmeleri durumunda dişi döller erken tüylenmekte, erkek döller ise geç tüylenme göstermektedir.

k^+ geni yabani form olup erken tüylenme göstermektedir. k^+ lokusundaki muhtemel mutantlar dominat ve yabani forma göre dominanslık sıraları $K^n > K^s > K > k+$ şeklindedir. Dişilerde bu allellerden sadece biri bulunmaktadır; yani birbirleriyle birlikte değil birbirlerine alternatiftir. Erkeklerde ise herhangi ikisi yer alabilir. Bu allelerden sadece K geninin cinsiyet ayırımında standart olmasının sebebi, genç ve ileri yaşlarda yeterli tüylenmenin de yetiştiricilikte önemli olduğu gerçeğidir. Ayrıca, K geni bir örnek görünümle cinsiyet ayırımını kolaylaştırmaktadır.

Geç tüylenme mutasyonu K, aynı zamanda geç gelişmeye de sebep olmaktadır. Waren ve Payne (1945), erken tüylenen genotiplerin geç tüylenenlere göre 12 haftalık yaşta bariz bir şekilde ağır olduklarını belirlemişlerdir. Bu sebepten K geni sadece tüy gelişimi mutasyonu olmayıp tüm genomu etkilemektedir. Diğer bir yoruma göre ise; geç tüylenme genotipine sahip hayvanlar vücut ısısının korunması için daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Böylece gelişme için daha az besin maddesi kalmaktadır (Hut, 1949).

K^n ve K^s genleri geç tüylenme sağlıyor iseler de hayvanlarda, yetersiz ve ekstrem yetersiz tüylenmeye sebep olmaktadırlar. Bu genlere sahip hayvanlar genel bir problem olarak, yetersiz tüy gelişimi nedeniyle üşüme ve dolayısıyla tünememe ve bir araya sıkışma (çokuşma) nedeniyle pek arzu edilmemektedir. Geç tüylenen K^s geni erken

dönemde büyük ölçüde tüy gelişimini geciktirirse de ergin yaşta her iki cinsiyette de tam sırt tüylenmesi görülmesine sebep olur. K^n geni ise tüy gelişimini ekstrem olarak geciktirerek, erken yaşta hayvanın çıplak kalmasına ve ergin yaşta da zayıf bir şekilde tüylenmesine sebep olur. K^n genine sahip hayvanlar ileri yaşlarda zayıf ibik ve daha büyük yağbezi gelişimine sahip olmalarıyla da tanınabilir (Carefoot, 1986). Bu genlerin geç tüylenme hatlarından ayrılması gerekmektedir. Çıkışta bu gene sahip hayvanları tanıyarak ayrılmalarıyla müteakip jenerasyonlarda frekanslarının azalmaları sağlanabilir.

Erken tüylenme hatlarında bazı bireyler zayıf tüy gelişimi göstermektedirler. İlgili bölümde de açıklandığı gibi bunların sebebinin t^s (gecikmiş) ve t (geciktirme) otozomal muta genlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Jones ve Hut, 1946). Bunların dominantlık sırası ise $T > t^s > t$ şeklindedir. Bu genler; K, K^n ve K^s genlerinin mevcudiyetinde belirlenmeleri mümkün gözükmüyor ise de, bir tüylenme problemi olarak görülmelidir. t^s ve t genleri erken tüylenme hatlarında seleksiyonla tamamen T^+ geni kalana kadar ayıklanmalıdır. Buradaki önemli husus; bu genler resesif ve sınırlı sayıda allelin olmasıdır. Bu otozomal genler bakımından gerekli seleksiyon çıkışta yapılabilir.

Cinsiyete bağlı erken ve geç tüylenen ebeveyn soyları geliştirme için muhtemel izlenecek yollar ise aşağıdaki gibi olabilir.

En kolay ve pratik yol, ithal edilen hibrit ebeveynlerinden yararlanmaktır. Bunun nasıl yapılabileceği, yukarıda ilgili bölümde gösterilmiştir. Böyle olsa bile, K ve k^+, genleri dışında, tüylenmeyi etkileyen veya standart olmayan genlerin tezahürünü tanıyarak, hayvanların tüylenme durumunu erken ve genç yaş, verim periyotları ve özellikle tüy dökümü periyotlarında inceleyerek istenmeyen genlerin ayrılması sağlanmalıdır.
Geç tüylenen bir ırktan gen transferi yoluyla da ana hattı oluşturulabileceği yukarıda açıklanmıştır.

Elde edilecek bu hatların, verim özelliklerinin hibrit geliştirme amacıyla kullanılması durumunda ilgili metotlar kullanarak (tek taraflı geriye, karşılıklı geriye) verim özellikleri bakımından ıslah edilmelidir. Bu hatlarda yeterli genetik varyasyon belirlenemiyorsa, uluslararası tavukçuluk gen havuzlarından, hatta yine başka bir orijinal hibrit ebeveynlerinden yararlanılabilir. Teorik olarak, popülasyonlarda genetik varyasyon tamamen yok olmamaktadır. Genetik olarak cinsiyet ayırımının gerçekleşmesinden sonra seleksiyon çalışmaları aralıksız sürdürülmelidir.

Sonuç olarak; belirli bir zaman sürecinde, bilinen muhtemel yolları deneyerek erken ve geç tüylenme gösteren başlangıç soylarına sahip olunabilir. Eğer elde ettiğimiz soyu dörtlü melezlemede kullanacak isek, iki baba ve iki ana soyuna sahip olmamız

gerekmektedir. Yine baba soyları erken tüylenen, ve ana soyları da geç tüylenen hatlar olmalıdır. Bunlar büyük ebeveyn adaylarıdır. Bu durumda, melez ebeveynlerde cinsiyet ayırımı kloak kontrolüyle yapılacak demektir.

Cinsiyete bağlı K geni taşıyan hatlarda *ev21* geninin olumsuz etkilerinden nasıl sakınılacağı konusunda mevcut imkanlara göre bir strateji geliştirilmelidir. Bu, genetik mi yoksa embriyoner hayatta bir hastalık erdikasyon çalışması mı olacağı belirlenmelidir.

Gavora'ya (1990) göre; geç tüylenme geni K ve *ev21* geni arasındaki genetik bağlantı nedeniyle, erken tüylenen Beyaz Legornlar ile geç tüylenen etçi ırklar ve kahverengi yumurtacılar arasındaki Lenfoid Lekosis'e direnç bakımından farkı açıklamak mümkündür. *ev* genleri konakçıyı etkilemektedir. Aynı araştırıcı; yüksek yumurta verimi veya marek hastalığına direnç bakımından yapılan seleksiyonun *ev* genleri frekansını önemli ölçüde azalttığını bildirmektedir. Sonuç olarak; düşük döl verimi gösteren ebeveynlerin pedigrili çıkışta ayıklanarak, diğerlerinde yüksek verim yönünde seleksiyon yapılması, *ev* genleri frekansını azaltacağı manasına geliyor. Ancak, *ev21* geni K geni ile yakın bağlantılı olduğundan, bu genden ari bir hat elde edilmesi imkansız görünüyor. Bunun için ileri moleküler biyoloji yöntemlerine ihtiyaç vardır.

6. Kaynak Listesi

Bacon, L. D., Smith, E. J., Crittenden L. B. and Havenstein, G. B., 1985, Association of genes determining slow-feathering (K) and an endogenous virus (ev21) on the Z chromosome. Poultry Sci. 64. Supplement 1:60.

Bacon, L. D., Fadly, A. M. and Crittenden L. B., 1986, Absence of influence on immune competence by sex-linked gene (K) determining slow feathering in white leghorn chickens. Avian Disease. 30:751-760.

Carefoot, W. C. 1986. Creative Poultry Breeding. Cliveden, Sandy Bank, Chipping, Prestone PR3 2GA, England.

Chambers, J. R., Smith, E. J., Dunnnington E. A. P. B. Siegel, 1993. Sex-Linked Feathering (K, k+) in Chickens: A review. Poultry Science Reviews. 5(4) 97-116.

Durmuş, İ., Göger, H., Demirtaş, S. E., Yurtoğulları, S., 2010, Comparison of rapid and slow feathering egg layers with respect to egg production and hatchability parameters, Asian Journal of Animal and Veterinary Advances, 5(1):66-71.

Fadly, A. M., Glisso, J. R., McDougald, L. R., Swayne, D. E, 1997, Disease of Poultry, (Edited by Y. M. Saif), Twelfth Edition, Blackwell Publishing. Ames, Iowa, USA.

Hut, F. B., 1949, Genetics of the fowl. McCraw-Hill, New-York.

Jones, D. G., and Hut, F. B., 1946, Multiple alleles affecting feathering in the fowl, J. Heredity 37:197-205.

Jourdan, F., 2008, Poultry Disease, VIth Edition, Sanders, Elsevier.

Merat, P., 1990. Pleiotropic and associated effects of major gens. Poultry breeding and genetics. (edited by R. D. Crawford), Development in Animal and Veterinary sciences 22, Elsevier.

McGibbon, W. H., 1977, A sex linked mutation affecting rate of feathering in chickens, Poultry Sci., 56 , 872-887.

Poyraz, Ö. 1991. Günlük Civcivlerde Cinsiyet Ayırımı. A. Ü. Veteriner Fakültesi. Teksir No: 19.

Rao, G. V., 1983, The development of sex-linked slow feathering white leghorn strain by gene transfer from an Indian indigenous breed, British Poultry Science, 24:251-254.

Sarıca, M. ve Testik, A. 1988. Beyaz yumurtacı yerli otoseks hibritlerinin elde edilmesinde ikili ve dörtlü melezleme yöntemlerinin karşılaştırılması. Teknik Tavukçuluk Dergisi, (62)., 8-16.

Sigel, P. B., Muller, C. D. and Craig, J. V., 1952, Some phenotypic differences among homozygous, heterozygous and hemizygous late feathering chicks, Poultry Sci., 36:232-239.

Sarı, S., Karazeybek, M., Hasçelik, L., Akın, Y., 1979, Yumurta verim yönünde geliştirilen sentetik ebeveyn hatlarının saf ve hibrit yavru performanslarının karşılaştırılması ve günlük civcivlerde kanat tüylenmesine göre cinsiyet ayırımı olanaklarının araştırılması, Tubitak VHAG - 355 (Basılmamış Proje Raporu).

Snelling, W. S., 1953, A study feather growth in early and late feathering embryos and chicks up to eleven days of age (Chambers ve ark., 1993'den), MS Thesis, Kansas State College of Agricultural Science, Manhattan, Kansas.

Somes, R. G., 1990, Mutation and Major Variants of Plumage and Skin in chickens. Poultry Breeding and Gentics (edited by R. D. Crawford), Development in Animal and Veterinary sciences 22, Elsevier.

Somes, R. G., 1988. International Registry of Poultry Genetic Stock, Storss Agric. Exp. Sta. Bull. 476.

Somes, R. G., 1969, Delayed feathering, a third allele at the K locus of domestic fowl. J. Hered., 60:281-286.

Symth, J. R. and Classen, H. L., 1976, A genetic modification of sex-linked slow feathering, Poultry Sci. 55, p 2094.

Türkoğlu, M. ve Sarıca, M., 1999. Tavuk Genetiği ve Islahı. Tavukçuluk Bilimi (M. Türkoğlu ve M. Sarıca Editörlüğünde). Bey Ofset Matbaacılık, Ankara.

Uysal, A., 1989. Kanat tüylenmesine göre cinsiyet ayırımına imkan veren beyaz yumurtacı hibrit ebeveynlerinin melez performanslarına göre ıslahı. Teknik Tavukçuluk Dergisi, (66)., 3-7.

Warren, D.C., 1930, Crosbred poultry, Bulletin 252, Kansas Agricultural Experiment Station, Manhattan, Kansas.

Warren, D. C. and Payne, L. F., 1945, Influence of the early feathering gen upon chick's growth rate, Poult Sci., 24:191-192.

Yetişir, R., 1984. Beyaz Yumurtacı Hibrid Civcivlerde Tüylenme Hızına Göre Cinsiyet Ayırımını Gerçekleştirme Çalışmaları, Teknik Tavukçuluk Dergisi, Sayı 46, Sayfa 16-25.