

## İpekböceğinde Voltinizm ve Voltinizme Etki Eden Çevre Faktörleri

Ümran ŞAHAN\*  
Tahsin KESİCİ\*\*

### ÖZET

Dünya üzerinde geniş bir alana yayılmış olan ipekböcekleri, ırklarına ve çevre koşullarına göre değişik özellikler gösterirler. Bunlardan biri de voltinizmdir. Voltinizm böceklerin doğal koşullarda bir yıl içinde verdikleri döl sayısıdır. Voltinizm açısından ipekböcekleri 3 ana gruba ayrılırlar, monovoltinler (univoltinler), bivoltinler ve multivoltinler (polivoltinler). Monovoltinler yılda bir nesil veren, yani daima kışlayan yumurta yumurtlayanlardır. Bivoltinler yılda iki nesil verirler. Birinci generasyon dişileri diyapoz safhasına girmeyen, kışlamayan yumurtalar yumurtlarlar. Bu yumurtalar 12-15 gün içinde çıkış yaparak ikinci generasyonu meydana getirirler. İkinci generasyonun dişileri ise kışlayan yumurta verirler, bu yumurtalar diyapoz dönemine girerler. Multivoltinler genellikle tropik bölgelerde yayılmışlardır. İklim koşullarının etkisi ile bunların hayat devreleri çok farklıdır ve verdikleri döl sayıları da 3-8 arasında değişir.

Yumurtaların kışlama özelliği temelde, çevre koşulları ve farklı lokuslarda bulunan genler tarafından düzenlenir. Bu genlerden en önemlileri

\* Araş. Gör.; U.Ü. Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Bursa.

\*\* Prof. Dr.; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Ankara.

voltinizm genleridir. Voltinizm üzerine etkili olan başlıca çevre faktörleri sıcaklık, nem, ışık kaliteli dut yaprağıyla besleme ve havalandırma. Bu çevre faktörlerinin etkileri ipekböceğinin hayat devrelerinde farklılık gösterir.

## SUMMARY

### Voltinism in Silkworm and Environmental Factors Effecting Voltinism

*Silkworms which spread widely over the world in respect of their races and environmental conditions. One of them is voltinism. Generally, voltinism of insects means the number of generation per year in their natural conditions. Silkworms are divided into three major groups in viewpoint of voltinism such as, monovoltines, bivoltines and multivoltines. Monovoltines have only one generation per year, that is, they always lay hibernating eggs. But bivoltines have two generations a year. In first generation, females lay non-hibernating eggs not entering into diapose period. These eggs hatch within 12-15 days and create the second generation. The females of the second generation lay hibernating eggs and these eggs have to pass a diapose period. Multivoltines spread generally in tropic regions. Their life cycle duration varies sharply in accordance with climatic conditions between 3-8 generations.*

*Hibernating (or diaposing) character of the laid eggs is determined by two basic factors, the environment and the genes located in different locies. The most know genes effecting hibernating characters are voltinism genes. The major environmental factors effective on voltinism are temperature, humidity, light, quality of mulberry leaves and eariation. The effects of these environmental factors vary depending on the phases of the life cycle of silkworm.*

## GİRİŞ

Bugün sentetik maddelerin ciddi rekabetine karşın ve diğer tekstil maddelerine göre çok az üretildiği halde (% 0.2) ipek diğer tekstil ürünlerine göre ayrıcalığını korumaktadır. Çin ipekböceklerinin kültüre alındığı ve kozalarından ilk ipek çekildiği yerdir. Uzun bir süre ipekböcekçiliği Çin'in tekelinde kalmıştır. Yurdumuzda ilk defa Bizans imparatorluğu zamanında 552 yılında girmiş bulunan ipekböcekçiliği başta Marmara Bölgesi olmak üzere yayılmaya başlamıştır. Ülkemizin geleneksel ürünü olan yaş koza üretimimiz ekonomik ve sosyal nedenlerle özellikle son yıllarda krizli dönemler geçirmesine rağmen, özellikle küçük üreticilerin vazgeçemediği tarım koluna olmuştur.

Bugün dünya ipek üretiminin % 95'ini oluşturan dut ipeğini veren böcek, ipekböceğinin evcilleştirilmiş bir varyetesi olup, orjinal Mandarina ipekböceğinden elde edildiği tahmin edilen Bombyx mori türüne aittir. Endüstride kullanılan ham ipek ipliği Bombyx moriden elde edilir. Ayrıca dünyanın değişik yörelerinde Eri, Tasar ve Muga ipekböceği de yetiştirilmektedir.

İpekböceklerinin yetiştirildikleri değişik coğrafi bölgeler onların karakteristikleri ve belli başlı özelliklerinde de farklılıklar yaratmaktadır. İpekböcekleri Çin ılıman varyeteleri, Japon varyeteleri, Batı Asya ve Avrupa varyeteleri diye ayrılabilirdiği gibi, yetiştirildikleri bölgelerin doğal koşulları bir yıl içinde ürettikleri döl sayısını da etkilemekte, yıl içinde verdikleri döl sayısına göre bölgelere göre farklılıklar olmaktadır. Nitekim iklim farklılıkları yetiştiriciliği de etkilemektedir, bu yüzden subtropik ve ılıman kuşakta, ipekböceği yetiştirme, ilkbahardan sonbahara kadar devam eden mevsimlik bir uğraş olduğu halde, tropikal bölgelerde bütün yıl devam etmektedir.

## İPEKBÖCEKLERİNDE VOLTİNİZM ve VOLTİNİZME GÖRE SINIFLANDIRMA

İpekböceği, dört farklı hayat dönemi geçirmekte, yaşamında tam bir metamorfoz görmektedir. Bunlar yumurta, larva, krizalit (pupa) ve ergin (kelebek) dönemleridir. İrk özelliklerine ve iklim koşullarına göre bu devreler toplam 6-8 hafta sürebilir. İpekböcekleri yetiştirildikleri bölgelerin ekolojik koşullarına ve ırk özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Gösterdikleri farklılıkların başında voltinizm gelir. Voltinizm böceklerin doğal koşullar altında bir yıl içinde ürettikleri döl sayısıdır. Bir yıl içinde verdikleri döl sayısına göre ipekböceği ırkları univoltin, bivoltin ve multivoltin olmak üzere 3'e ayrılırlar (Akbaý, 1986; Anonymous, 1983).

### 1. Monovoltin (Ünivoltin İrklar)

İlkbahar devresinde sadece bir generasyon meydana getirirler ve ikinci generasyon için yumurtalar gelecek ilkbahara kadar dinlenme devresinde (diyapoz) ya da kışlamaya girerler. Bu çeşitler ilkbaharda ve ılık bölgelerde beslenir, ipek verimleri çoktur ve kalitesi iyidir. Kuluçka devreleri 11-14 gün, larva devresi 24-28 gün, krizalit devresi de 12-15 gün, ergin devresi de 6-10 gün kadar sürmektedir. Yurdumuzda yetiştiriciliği yapılan ipekböceği ırkları monovoltin özellik gösterirler.

### 2. Bivoltin İrklar

Yılda 2 döl verip, dinlenme devresine giren böcekleri Bivoltin böcekler adı verilir. Bivoltin ırklarda ikinci generasyon için yumurta diyapoz dönemine

geçmez ve 11-12 gün içinde inficar (çıkış) ederek yazın ikinci generasyonu oluşturur. Fakat ikinci generasyon sonu yumurta kışlar ve ancak gelecek ilkbaharda inficar eder. Besleme süreleri genellikle monovoltin böceklerden daha kısadır, kozaları da daha küçüktür, larva yüksek sıcaklığa dayanıklıdır.

### 3. Polivoltin (Multivoltin Irklar)

Dinlenme devresine sahip ve dinlenme devresine sahip olmayan ırklar olarak ikiye ayrılırlar. Dinlenme devresine sahip olmayan ırklar sadece kışı geçiremeyen yumurta verirler, diğerleri ise farklı çevre koşullarına bağlı olarak kışlayan ya da kışlamayan yumurta üretebilirler. Polivoltin ırkların yetiştirildikleri bölgedeki ekolojik koşullarının sıcak olması nedeniyle hayat devreleri kısadır. Bu yüzden Hindistan vb. ülkelerde yılda 7-8 ürün elde etmek mümkündür (Ryu, 1978; Anonymous, 1983).

Voltinizme göre sınıflandırdığımız Bombyx moride voltinizmin kalıtımında daha çok ana ebeveyn etkili olmaktadır. Ünivoltinizm, bivoltinizme ve bivoltinizm de multivoltinizme dominanttır (Akbaş, 1986).

### İPEKBÖCEĞİNDE BAZI ÖNEMLİ GENETİK ÖZELLİKLER

İpekböceğinde bugüne kadar 260'ın üzerinde özelliğin kalıtımı araştırılmış bulunmaktadır. Bunların çoğu da yumurta ve larvaya ait özelliklerdir.

Haploid kromozom sayısı 28 olan Bombyx moride, dişiler heterogamatik, erkekler ise homogametiktirler. İpekböceğinde cinsiyet kromozomunun tipi erkekte ZZ, dişide ZW dir. Dişi cinsiyetin belirlenmesi W kromozomunun varlığına bağlıdır, genomda Z kromozomunun sayısı ne olursa olsun dişiliği ortaya W kromozomunun varlığı çıkarır.

İpekböceklerinde voltinizm pratik olarak her varyetede sabit hale gelmiş bir özelliktir ve bir grup gen tarafından kontrol edilmektedir. Voltinizmi kontrol eden ana gen VI kromozomda 4.0 lokus üzerindedir. Suboesophageal ganglionun büyümeyi önleyici fonksiyonunun yerine getirilmesini modifiye etmektedir (Yokoyama, 1959).

### İPEKBÖCEĞİNİN BÜYÜMESİ ve GELİŞMESİ İLE İLGİLİ OLARAK İÇ SALGI BEZLERİNİN GEN KONTROL MEKANİZMASI

İpekböceği vücudunda voltinizm ve moltinizm (İpekböceğinde deri değiştirme) in gen kontrol işlemi iki salgı tarafından düzenlenmektedir.

Birinci hormon, büyümeyi hızlandırıcı olan (G) hormonu corpora allatadan salgılanmaktadır. Bu hormonu erginleşme genleri kontrol etmektedir. Larva

döneminin uzunluğu, vücut ağırlığı, ipek maddesinin salgılanması ve moltinizmi azalan önde, voltinizmi ise artan bir yönde değiştirmektedir. Böylelikle bir yılda alınan döl sayısı artmaktadır.

İkinci hormon, büyümeyi engelleyici (I) hormonu, suboesophageal ganglionun (SG) tarafından salgılanmakta olan diapousing hormonu, larva dönemi uzunluğu, vücut ağırlığı, ipek maddesi ve moltinizmi artan bir yönde fakat voltinizmi ise azalan yönde değiştirmektedir. Voltinizm genleri diyapoz (kışlama) maddesini salgılayan suboesophageal ganglionun faaliyetini kontrol eder. Diapousing hormonu kan yoluyla dişi kelebeğin yumurtalığına nakledilir. Bu hormonun salgılanması ipekböceğinin pupa devresinde gerçekleşir.

Yapılan araştırmalar sonunda corpus allatum ve suboesophageal ganglion hormonunun diyapoz karakterinin determinasyonunda zıt bir şekilde etkide buldukları belirlenmiştir. Önemli olan suboesophageal ganglionun, diyapoz maddesi üretiminin ne miktarda olduğu zaman kışlama karakterini determine ettiği, bu olayı belirleyen de sonuçta kışlama genleridir (Yokoyama, 1959; Lee, 1983).

### VOLTİNİZMİN KALITIMI

Yapılan araştırmalar polivoltin ırklar üzerinde yağılaştırılarak, univoltin oluşun multivoltin oluşa dominant olduğu ve F<sub>3</sub>'te yer alan açılmanın 3:1 oranında olduğu da belirlenmiştir.

Tablo: 1  
Voltinizmin Kalıtımı (Tazima, 1964)

P <sub>1</sub>	Univoltin dişi x Multivoltin erkek	Multivoltin dişi x Univoltin erkek		
F <sub>1</sub>	Univoltin	Multivoltin		
F <sub>2</sub>	Univoltin	Univoltin		
F <sub>3</sub>	Univoltin	Multivoltin	Univoltin	Multivoltin
	3	1	3	1

Voltinizmin kalıtımı üzerine birçok araştırma yapılmış ve çevre faktörlerinin etkilerinin voltinizm karakterini etkilediği bulunmuştur. Özellikle kuluçka devresi sırasında ışığın ve sıcaklığın çok kuvvetli etkiye sahip olduğu, dişi kelebeğin kışlayan ya da kışlamayan yumurtalar yumurtlaması kısmen çevre koşulları (özellikle sıcaklık ve ışık) ve kısmen de birçok lokusta yerleşmiş bulunan gen farklılıklarına bağlı bulunmaktadır (Tazima, 1964).

## 1. Kuluçka Sırasında Çevre Koşullarının Voltinizme Etkisi

Faal hale geçen ipekböceği yumurtalarının embriyolarının normal gelişebilmesi ve yumurtaların üniform bir şekilde inficarı için uygun sıcaklık ve çevre koşullarında muhafaza edilmelerine kuluçka denir.

İpekböceği yumurtası mikrofilin yer aldığı antrerior uçta hafifçe daralan ve yanlara doğru düzelen kısa elips şeklindedir. Beyaz koza oluşturan ırklar açık sarı yumurta, sarı koza yapanlar ise koyu yeşil yumurta verirler. Japon ırklarının yumurtaları Çin ırklarına göre daha koyudur.

Kışlayan yumurtalarda, embriyo sadece bir miktar geliştikten sonra diya-poz denen hareketsiz bir döneme girer, gelecek ilkbaharda inficar eder. Kuluçka devresi bir yıldır. Bu tip yumurtalara değişik yapay inficar yöntemleri uygulanması sayesinde istendiğinde yumurtalar faal hale getirilebilir. Kışlamayan yumurtalarda ise kuluçka devresi yaklaşık 9-12 gün kadardır.

Kuluçka devresinde uygulanan farklı çevre koşullarının etkisiyle kışlayan ya da kışlamayan yumurta elde edilir (Anonymous, 1988; Akbay, 1986). Kuluçka sırasında voltinizmi etkileyen çevre koşulları şunlardır:

### 1.1. Sıcaklık

Tablo 2'de de görüleceği üzere, bivoltin ipekböceği ırklarında damızlık yumurtaların kuluçka zamanında 25°C'lik yüksek bir sıcaklıkta tutulduğunda böyle yumurtalardan elde edilen kelebekler kışlayan ve 15°C'lik ısıda tutulan yumurtaların kelebekleri ise kışlamayan karakterli yumurta vereceklerdir. Sıcaklık, embriyonun ilk safhasından tohumların ağarmaya başladığı zamana kadar 17-20°C de tutuluyorsa, böyle yumurtalardan elde edilen kelebekler, az miktarda kışlamayan, çok miktarda kışlayan yumurta vereceklerdir. Bivoltin, ipekböceklerinde pupa devresi ve larva devresindeki çevre koşullarına bakılmaksızın, kuluçka dönemindeki sıcaklık, kışlayan ya da kışlamayan yumurtaların elde edilmesinde kesin faktördür (Anonymous, 1983).

### 1.2. Nem

Kuluçka sırasında rutubet sıcaklığa bağlı olarak voltinizme etki eden bir faktördür. Sıcaklık 15°C'den düşük, 25°C'den yüksekse nemin voltinizm üzerinde etkisi yoktur. Ancak sıcaklık sınırları 17-20°C arasındaysa nemin yüksek olması kışlayan karakterli yumurta sayısını artıracaktır. Normal sıcaklık sınırlarında üniform bir çıkış için ortalama % 75-85 nem uygundur (Anonymous, 1983; 1985).

Tablo: 2

**Bivoltin Irkların Kuluçka, Yetişkin Larva ve Pupa Dönemlerindeki Sıcaklık İle Onların Yumurtladıkları Yumurtaların Voltinizm Arasındaki İlişkiler (Anonymous, 1985)**

Kuluçka Sıcaklığı	4. 5. Yaşlardaki Sıcaklık	Askı ve Kelebek ıkışı Sıcaklığı	retilen Yumurtaların Karakteri
Yüksek Sıcaklık (25°C nin üzeri)	Yüksek sıcaklık (25°C nin üzeri)	Yüksek sıcaklık (28°C)	Kışlayan yumurta
	Düşük sıcaklık (18°C)	Düşük sıcaklık (20°C)	Kışlayan yumurta
Düşük Sıcaklık (15°C nin üst.)	Yüksek sıcaklık (25°C nin üzeri)	Yüksek sıcaklık (28°C)	Kışlamayan yumurta
	Düşük sıcaklık (18°C)	Düşük sıcaklık (20°C)	Kışlamayan yumurta
Orta Sıcaklık (17 - 20°C)	Yüksek sıcaklık (25°C nin üzerinde)	Yüksek sıcaklık (28°C)	oğu kışlamayan yumurta
	Düşük sıcaklık (18°C)	Düşük sıcaklık (20°C)	oğu kışlayan yumurta

### 1.3. Işık

Kuluçka zamanında sıcaklık 17-20°C arasında olursa, kuluçka odasının aydınlık olması durumunda, böyle yumurtalardan elde edilen kelebekler daha çok kışlayan karakterli yumurta vereceklerdir. Karanlık, kışlamayan karakterli yumurta sayısını artıracaklardır (Anonymous, 1983; 1985).

### 1.4. Havalandırma Etkisi

Kuluçka süresince yumurta embriyoları gelişirken, solunum oranı gittikçe artar. Başta CO<sub>2</sub> ye karşı yüksek olan embriyo direnci son safhalarda azalır. Kuluçka odasının sık sık havalandırılması gereklidir.

## 2. Larva Dönemi Sırasında Çevre Koşullarının Voltinizme Etkisi

İpekböceği, yumurtadan çıktıktan bir ay gibi kısa süre içinde 10.000 misli büyür. Ülkemizde, yetiştiriciliği yapılan ipekböceği irklarında larva hayat dönemleri sırasında vücudun hızla büyümesini sağlayabilmek için 4 defa deri değiştirir. Deri değiştirme safhasında böcek yem yemeyi keser, bu devreye "Uyku" dönemi adı verilir. İpekböceği 4 uyku dönemi geçirdikten sonra maximum ağırlığına ulaşarak 5. yaşın sonunda olgun böcek adını alır, bu süre sonunda askıya alınır lar ve koza örme devresi başlar.

## 2.1. Sıcaklığın Etkisi

Tablo 2'de de görüleceği üzere, kuluçka devresindeki sıcaklığın 25°C'den yüksek, 15°C'den düşük olması durumunda larva dönemindeki sıcaklığın etkisi yoktur. Kuluçka sıcaklığı 17-20°C arasında olduğunda larva devresinde yüksek sıcaklıkta beslenenler kışlamıyan yumurta vereceklerdir.

## 2.2. Işığın Etkisi

Genç larva dönemini aydınlık koşullarda geçiren ipekböcekleri kışlayan yumurta üretirler. Yetişkin larva dönemini aydınlık koşullarda geçiren ipekböcekleri kışlamıyan yumurta üretirler. Ülkemizde damızlık yetiştiriciliğinde kışlayan yumurta üretmek için ipekböcekleri yetişkin yaşlarda (4. ve 5. yaş) mümkün olduğunca loş karanlıkta bulunurlar (Anonymous, 1983; 1988).

## 2.3. Yemlemenin Etkisi

Bunlardan başka, yaprak kalitesi de voltinizmi etkileyen unsurlardan birisidir. Zengin besin maddeleri içeren olgunlaşmış yapraklar kışlayan yumurta üretimini sağlarken, cılız, olgunlaşmamış yapraklarla beslenen ipekböcekleri kışlamıyan yumurta üretimine meyillidirler.

## 2.4. Pupa Devresinde Çevre Koşullarının Voltinizme Etkisi

İpekböcekleri askıya alınır alınmaz, koza örmeye başlarlar ve koza örümü 48-72 saatte tamamlanır. Koza örümünün tamamlanmasından 1-2 gün sonra, böcek koza içerisinde krizalit haline geçer ve bu devre 8-14 gün sürer.

Damızlık kozaların özel sıcaklıklarda korunması çok önemlidir. Koza devresinde ortam sıcaklığının 25-27°C olması uygundur. 20°C'nin altındaki düşük sıcaklıklar ise kelebeklerin yumurtladıkları yumurta sayısı azalmakta, dölsüz yumurta sayısının da artmasına neden olmaktadır.

Damızlık kozaların korunması için optimum nemlilik % 75-80'dir.

Kozaların bekletildiği ortamın mümkün olduğunca loş karanlık olması ve çıkış gününde tan yeri ağarmadan önce kozaların ışığa maruz bırakılması, homojen bir çıkışı sağlayacaktır (Anonymous, 1983).

## 2.5. Ergin Dönemde Çevre Koşullarının Voltinizme Etkisi

İpekböceğinin ergin devresi (kelebek) çok kısadır. Kelebekler uçamaz, yem yiyemezler. Kelebeklerin çıkışı sabahın erken saatlerinde olmaktadır, kelebekler çıkar çıkmaz çiftleşirler. Erkek kelebeklerin dişilere nazaran çıkışı daha hızlı ve kısa sürede olmaktadır. Dişilerden daha hareketle olan erkek kelebekler bir gün içerisinde iki ya da üç dişi kelebekle çiftleşir, fakat çiftleşme kabiliyeti



çok çabuk zayıflar. Bunu uzatmak için erkekler genellikle 10°C soğuk bir yerde bir hafta saklanabilirler. Çiftleşme odasının 24°C sıcaklıkta ve loş aydınlık olması idealdir. Yumurtlama esnasında % 70 nem ve 24-25°C ısı ve loş karanlık bir ortam yumurtlamayı olumlu yönde artıracaktır (Yokoyama, 1959; Anonymous, 1988).

## SONUÇ

Damızlık ipekböceği yetiştiriciliğinde dişi kelebeğin kışlayan ya da kışlamayan yumurtalar yumurtlaması, kısmen çevre koşulları ve kısmen de birçok lokusta yerleşmiş bulunan gen farklılıklarına bağlı bulunmaktadır. Çevre koşulları ve voltinizm genleri kışlayan yumurta yumurtlamak üzere, pupanın beyni subesophageal ganglion tarafından diyapoz faktörünün açığa çıkmasını teşvik edici bir fonksiyona neden olmakta ve kelebeklerin kışlayan yumurta yumurtlamasına neden olmaktadır.

Bivoltin damızlık ipekböceği yetiştiriciliğinde özellikle kuluçka devresinde sıcaklık, nem ve ışığın kışlayan ya da kışlamayan yumurta eldesine etkisi büyüktür.

Ülkemiz üretiminin tamamını oluşturan ve yılda bir nesil veren, koza verim ve kalitesi bivoltin ve polivoltinlerden daha yüksek olan monovoltin karakterli ırklar kullanılmaktadır. Ülkemizde monovoltin karakterli ırklarla yılda birden fazla besleme yapmak için yapay inficar yöntemleri kullanarak besleme zamanının çevre koşullarına uygun şekilde seçilmesini sağlayabilmek mümkün olmaktadır. İpekböcekçiliği yetiştiriciliği dut yaprağı ile ilgili olması nedeniyle yılda birden fazla üretim yapılan Hindistan, Çin gibi ülkelerde de monovoltin ırklar kullanılarak istendiğinde yapay inficardan yararlanılarak besleme yapılmaktadır.

## KAYNAKLAR

- AKBAY, R. 1986. Arı ve İpekböceği Yetiştirme. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları: 956, Ankara.
- ANONYMOUS, 1983. Silkworm Egg Production. Regional Sericulture Training Centre Guangzhou, China.
- ANONYMOUS, 1985. Silkworm Rearing. Regional Sericulture Training Center, 11-30. China.
- ANONYMOUS, 1988. İpekböcekçiliği ve Dutçuluk. İpekböcekçiliği Araştırma Enstitüsü Yayınları, 83, Bursa.
- LEE, C. 1983. Structure and function of Internal Organs and Embryonic Deve-

- lopment of Silkworm. Research Institute of Entomology of Zhongshan, China.
- RYU, K.S.** 1978. İpekböceği Bakımı, Beslenme ve Hastalıkları. İpekböcekçiliği Araştırma Enstitüsü Yayınları No: 70, Bursa.
- TAZİMA, Y.** 1964. The Genetics of the Silkworm. Logos Press, Academic Press, Inc. Great Britain.
- YOKOYAMA, T.** 1959. Silkworm Genetics. Illustrated Japon Society for Promotion of Science, Tokyo, Japan.