



Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila melanogaster*'de Ömür Uzunluğu, Yaşama Yüzdesi ve Yavru Birey Sayısına Etkileri

Nihan ŞAHİN, Şifa TÜRKÖĞLU*

Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Sivas, Türkiye

Received: 09.12.2014; Accepted: 19.12.2014

Özet. Bu çalışmada tekstil endüstrisinde kullanılan on boyar maddenin (Reactive blue 19, Reactive red 120, Reactive black 5, Direct black 22, Acid yellow 199, Basic red 46, Dispers yellow 119, Acid red 266, Acid blue 113 ve Basic yellow 28) *Drosophila melanogaster*' in ömür uzunluğu, yaşama yüzdesi, dişi ve erkek bireylerde yavru döl sayısı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Deneylerde *Drosophila melanogaster*'in yabancıl tipi kullanılmıştır. Yaşama yüzdesinin belirlenmesi için farklı konsantrasyonlarda hazırlanan kimyasallar (10, 20, 30, 40 ppm) larvalara besin yoluyla uygulanmıştır. Reactive blue 19, Reactive red 120, Reactive black 5, Acid yellow 199, Basic red 46, Dispers yellow 119, Acid red 266 ve Basic yellow 28 boyar maddelerinin larvalara uygulanan tüm konsantrasyonları kontrol grubuna göre yaşama yüzdesini azaltırken, Acid blue 113 ve Direct black 22 yaşama yüzdesini arttırmıştır. Ömür uzunluğu için ise; *Drosophila melanogaster*'in dişi ve erkek popülasyonlarında ayrı ayrı çalışılmıştır. Pupadan çıkan aynı yaşlı (1- 3 günlük) çiftleşmemiş bakire dişi ve erkek sinekler farklı konsantrasyonlarda (10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm) kimyasal içeren besiyerlerinde beslenmiştir. Dispers yellow 119 hariç diğer boyar maddeler dişi ve erkek bireylerde ömür uzunluğunun azalmasına sebep olmuştur. Ayrıca tüm gruplarda dişi bireylerin erkek bireylerle oranla daha uzun yaşadığı tespit edilmiştir. Etkisi araştırılan boyar maddelerin dişi ve erkek bireylerde yavru döl sayısı üzerine olan etkilerini tespit etmek için her uygulama grubunda, bir deney setinde sadece dişi bireylere kimyasal uygulanırken, aynı uygulama grubuna ait diğer deney setinde yalnızca erkek bireylere kimyasal uygulanmıştır. Çiftleştirilen sineklerden elde edilen F1 dölündeki yavru sayıları belirlenmiştir. Dişi bireylere kimyasal uygulanması sonucu oluşan F1 dölünde, Acid blue 113, Dispers yellow 119, Reactive black 5 ve Reactive blue 19 boyar maddeleri toplamda yavru döl sayısını arttırırken, Acid red 266, Acid yellow 119, Direct black 22, Basic red 46, Basic yellow 28 ve Reactive red 120 boyar maddelerinin uygulanan tüm konsantrasyonlarında toplam birey sayısında kontrol grubuna göre daha az sayıda yavru döl oluşmasına neden olmuştur. Erkek bireylere kimyasal uygulanması sonucu oluşan F1 dölünde, Acid blue 113, Acid red 266, Acid yellow 199, Basic red 46, Basic yellow 28, Direct black 22, Dispers yellow 119 ve Reactive red 120 boyar maddeleri yavru sayısında azalmaya sebep olurken Reactive black 5 ve Reactive blue 19 boyar maddeleri yavru sayısını arttırmıştır. Boyar maddelerin erkek bireylere uygulanması sonucunda F1 dölündeki yavru sayısına olan etkisi kimyasal uygulanan dişi bireylerden daha hassas bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tekstil boya, *Drosophila melanogaster*, toksisite, yaşama yüzdesi, ömür uzunluğu, yavru birey sayısı

The effects of some textile dyes on the percentage of survival, longevity and number of offspring individuals of *Drosophila melanogaster*

Abstract. In this study, ten dyes used in textile industry (Reactive blue 19, Reactive red 120, Reactive black 5, Direct black 22, Acid yellow 199, Basic red 46, Dispers yellow 119, Acid red 266, Acid blue 113 and Basic yellow 28) effects have been investigated on *Drosophila melanogaster*'s percentage of survival, longevity, number of offspring individuals. *Drosophila melanogaster*'s wild type has been used in experiments. Chemicals prepared in different concentrations (10 ppm, 20 ppm, 30 ppm and 40 ppm) have been applied to the larvae with nutrients to determine survival rate. It has been observed that Reactive blue 19, Reactive red 120, Reactive black 5, Acid yellow 199, Basic red 46, Dispers yellow 119, Acid red 266 and Basic yellow 28 dyes all concentrations applied to larvae have decreased the life span according to control group and these concentrations have increased survival rate of Acid blue 113 and Direct black 22. For longevity, it has been worked in *Drosophila melanogaster*'s male and female individuals one by one. Same aged (1-3 days) and not mated virgin female and male individuals which came out from pupae have been fed in medium which contains chemicals with different concentrations (10 ppm, 20 ppm, 30 ppm and 40 ppm). Except for Dispers yellow 119 other dyes caused to decrease longevity in male and female individuals, Also in every group, it is determined that female individuals live longer in comparison to male individuals. To identify dyes effects on first generation male and female individuals, in every application group only females have been exposed to chemicals on the other hand in other

* Corresponding author. Email address: turkoglu@cumhuriyet.edu.tr

experiment set belongs to same application group only males have been exposed to chemicals. Offspring individual numbers in F1 progeny obtained from mated flies have been determined. In F1 progeny resulted from chemical application to female individuals, it has been observed that Acid blue 113, Dispers yellow 119, Reactive black 5 and Reactive blue 19 increased first generation numbers in total, females gave lesser amount of first generation according to the control group in all applied concentrations of Acid red 266, Acid yellow 119, Direct black 22 and Reactive red 120. In F1 progeny resulted from chemical application to male individuals, Acid red 266, Acid yellow 199, Basic red 46, Basic yellow 28, Direct black 22 and Dispers yellow 119, caused to decrease in younger individual number, on the other hand Reactive black 5 and Reactive blue 19 dyes increased the younger individual number. It has been observed that, in result of dyes have been applied to male individuals, dyes effect on younger individual number in F1 progeny is more sensitive than female individuals which have been exposed to chemicals.

Key words: Textile dyes, *Drosophila melanogaster*, toxicity, percentage of survival, longevity, number of offspring individuals

1. GİRİŞ

Tarihte ilk çağlardan beri boyar maddeler insanoğlunun yaşamında yer almıştır. Bu boyar maddeler öncelerde doğal ürünlerden karşılanmaktayken, endüstriyel devrim, organik kimya, tekstil ve ilaç sanayinin gelişimi ile yerini sentetik boyar maddelere bırakmıştır. Doğal boyar maddelerin pahalı olması, eldesinin zor olması, renk skalasının dar olması gibi nedenlerle günümüzde sentetik ürünlere ilgi artmıştır. Tekstil endüstrisine yönelik hızlı gelişmeler beraberinde kontrolsüz bir büyümeyi getirmiştir. Bu kontrolsüz büyümeden en fazla zarar gören hiç şüphesiz, tekstil fabrikalarının atıklarıyla kirletilen denizler, göller, nehirler ve içme suyu havzalarıdır. Bu kaynaklarda yaşayan canlılar kirlilikten etkilenmekte, bu kirlenmenin sebebi olan maddeler besin zinciri yoluyla insana kadar ulaşmaktadır [1]. Tekstil endüstrisi çevreyi en çok kirleten endüstri olarak nitelendirilmektedir [2, 3]. Boyar maddelerin kullanılabilirliğinin en önemli kriterleri, ışıktaki ve yıkama esnasında kararlılığını yüksek oranda koruması ve mikrobiyal saldırıya karşı dirençli olmasıdır. Bu nedenle, boyar maddeler çoğunlukla tam olarak parçalanamazlar ve arıtma tesislerinde atık sudan tam olarak uzaklaştırılmazlar. Boyar maddelerin su ortamında biyodegradasyonu; mantarlar, kabuklu deniz hayvanları ve balıklar tarafından yapılabilmektedir [4-8]. Ayrıca balıklar ve kabuklu deniz canlıları bu toksik maddeleri vücutlarında depo etmektedirler.

Bu çalışmalara ek olarak, Moawad ve ark. [9] yaptıkları bir araştırmada, Nil Deltası'nda yaygın olarak yetiştirilen yonca, marul, buğday ve domates bitkileri üzerinde farklı boyaların tohum çimlenmesi, kök uzaması ve genotoksisite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, artan boya konsantrasyonlarında tohumlarda çimlenme oranı azalmıştır. Ayrıca yüksek boya konsantrasyonlarının sürgün oluşumunu inhibe ettiği saptanmıştır. Kökçüğün uzaması da yüksek konsantrasyonlarda baskılanmıştır. Kullanılan bitkiler arasında buğdayın diğer bitkilere kıyasla boyanın toksik etkisine karşı daha fazla direnç gösterdiği gözlenmiştir

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

Zhou ve ark. [10], X-3B kodlu kırmızı boyanın soya fasulyesi, pirinç ve karpuz bitkilerinin topraktan demir alımı üzerine etkisini araştırmışlardır. Boyanın bitkide birtakım kimyasal mekanizmaları etkileyerek topraktan demir alınımını azalttığı rapor edilmiştir.

Araujo ve arkadaşlarının [11], yaptığı çalışmada tekstil çamur kompostunun toksisitesini belirlemek için tohum çimlenme ve gelişme testleri uygulanmıştır. Yapılan çimlenme testi sonucunda tekstil çamur kompostunun uygulanan tüm konsantrasyonlarda çimlenmeyi olumsuz yönde etkilemediği, hatta uygulama yapılan en yüksek konsantrasyonda çimlenme indeksinin diğer konsantrasyonlara kıyasla daha yüksek bulunduğu belirtilmiştir.

Tekstil boyar maddelerinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri tekstil fabrikalarında çalışan işçilerde de gözle görülür derecede etkindir. Meslekle ilgili olumsuz ortamlardan en sık etkilenen organlar deri ve akciğerlerdir. Tekstil iş kolu solunum yolu hastalıkların sık rastlandığı, organik toz toksik sendromu (mill fever), mesleksi astım ve endüstriyel kronik bronşit olgularının bildirildiği riskli iş kollarından birisidir [11]. Tekstil iş kolunda özellikle boya üretimi ve kullanımı olan işyerleri astım açısından riskli işyerlerinden sayılmaktadır. İşyeri ortam havasındaki yabancı materyallerin inhalasyonu değişik solunum yolu hastalıklarına neden olmakta ya da kişide var olan hastalığı ağırlaştırabilmektedir.

Kolutek ve Karataş [12], 351 hanede kansere neden olan risk faktörlerini araştırmışlar ve %8.5' inin tekstil fabrikasında çalışan işçiler olduğunu belirtmişlerdir. Bu işçilerin akciğer ve cilt kanseri riski altında olduklarını ileri sürmüşlerdir. Boyar maddeler insan sağlığına direkt zarar verdiği gibi boyar madde kalıntılarında bulunan ağır metaller de aynı derecede tehlikelidir. Çünkü ikinci bir deri olarak kabul edilen giyim tekstillerindeki ağır metal iyonları (bakır, krom, nikel, kobalt, çinko) ter yoluyla vücuda geçmektedir. Ağır metal iyonları tekstil materyaline ham tekstil materyalinden, içme suyundan, tekstil yardımcı maddelerinden, boyar maddelerden ve atım işlemlerinden geçebilmektedir [13].

Son yıllarda yapılan birçok çalışma, insan hastalıklarında *D. melanogaster*'in model organizma olarak kullanılmasını desteklemektedir. Sinek proteinlerinin yarısı memeli proteinleri ile dizilim benzerliği göstermektedir. Drosophilagenom dizi analizi, insan hastalıklarında belirlenen genlerin % 60'ından fazlasının Drosophilaortoloğu olduğunu göstermiştir. Böylelikle; insan hastalıklarında mutasyon, amplifikasyon veya delesyon ile değişime uğrayan 287 civarında gen Drosophilaortoloğudur. Drosophilave insan hücre döngülerinin ve düzenleyici yollarının benzerliği tümöröngenezis esnasında çoğalma süreci çalışmalarında bir model olarak hizmet eder. Sinek ve memeli hücre döngüsündeki benzerlik sadece genel organizasyon seviyesi ile sınırlı değildir. Ayrıca moleküler seviyede de korunma vardır. Gelişimsel siklinler (A-, B- ve

E- tip) ve onların siklin bağımlı kinaz partnerleri sinek ve insan arasında oldukça korunmuştur [14]. Bu amaçla *Drosophilabiyolojisi* kanser araştırmalarında önemli bir model sağlar. İnsanlar için kanserojenik olan pek çok madde *Drosophilatestlerinde* de pozitif sonuçlar vermiştir [15-19]. Bu özelliklere ek olarak *D. melanogaster* kısa hayat süresi nedeniyle gerontolojik çalışmalarda da mükemmel bir modeldir. Ergin sinekler memelilerde görülen hücresel yaşlanma belirtilerinin çoğunu göstermektedir [20-29].

Yapılan literatür taramasında tekstil boyalarının *D. melanogaster*'de ömür uzunluğu, yaşama yüzdesi ve yavru döl sayısı üzerine olan etkilerini gösteren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada model organizma olarak *D. melanogaster* seçilmiş ve bu tekstil boyalarının toksik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Etkisi araştırılan Tekstil Boyar Maddeleri

Bu çalışmada tekstil endüstrisinde boyar madde olarak kullanılan boyalardan Reactive blue 19, Reactive red 120, Reactive black 5, Direct black 22, Acid yellow 199, Basic red 46, Dispers yellow 119, Acid red 266, Acid blue 113 ve Basic yellow 28' etkileri *Drosophila melanogaster*' in ömür uzunluğu, yaşama yüzdesi ve aynı yaştaki erkek ve dişi bireylerin yavru döl sayıları üzerine etkileri araştırılmıştır.

Reactive Blue 19; Kimyasal formülü: $C_{22}H_{16}N_2Na_2O_{11}S_3$; Molekül ağırlığı: 626.54

Reactive Black 5; Kimyasal formül: $C_{26}H_{21}N_5Na_4O_{19}S_6$; Molekül ağırlığı: 991.82

Reactive Red 120; Kimyasal formülü: $C_{44}H_{30}Cl_2N_{14}O_{20}S_6$; Molekül ağırlığı: 1338.09

Direct Black 22; Kimyasal formülü: $C_{44}H_{32}N_{13}Na_3O_{11}S_3$; Molekül ağırlığı: 1083.97

Acid Yellow 199; Kimyasal formula: $C_{19}H_{15}N_4NaO_6S$; Molekül ağırlığı: 450.4004

Basic Red 46; Kimyasal formülü: $C_{18}H_{23}BrN_6$; Molekül ağırlığı: 403.3194

Dispers Yellow 119; Kimyasal formülü: $C_{15}H_{13}N_5O_4$; Molekül ağırlığı: 327.29

Acid Red 266; Kimyasal formülü: $C_{17}H_{10}ClF_3N_3NaO_4S$; Molekül ağırlığı: 467.78

Acid Blue 113; Kimyasal formülü: $C_{32}H_{21}N_5O_6S_2Na_2$; Molekül ağırlığı: 681.65

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

Basic Yellow 28; Kimyasal formülü: C₂₁H₂₇N₃O₅S; Molekül ağırlığı: 433.5212

2. 2. Kullanılan Organizma

Bu çalışmada, *Drosophila melanogaster*' in (*Diptera, Drosophilidae*) yabanıl tipi (wild type) Oregon soyuna ait larva ve erginler kullanılmıştır.

Deneylerimizde kullanılan *Drosophila melanogaster* 'in Oregon soyu, yuvarlak-kırmızı gözlü, normal kanat yapısına sahip ve herhangi bir mutant karakter taşımayan yabanıl tip bir soydur. ABD Oregon eyaletinden köken alarak 1920'lerden beri kullanılmaktadır. *Drosophila melanogaster* stokları Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji bölümüne ait *Drosophila* kültür odamızda 2010 yılından itibaren kendileştirilerek genetik yönden homojen olarak yaşatılmaktadır.

2. 3. Deneylerin yapılışı

Yaşama yüzdesi deneyleri

Yaşama yüzdesi deneyleri için önceden stok halinde elde edilmiş *Drosophilabireyleri* taze besiyerlerine aktararak 3 gün boyunca 25 °C sıcaklık ve % 40- 60 bağıl neme sahip etüvde tutulmuştur. 3 gün sonra elde edilen 3. dönem larvaları (72 saat) kimyasal içeren besiyerlerine gömülmüştür. Bunun için Standart *Drosophila* Besiyeri hazırlanmış ve 50 ml.' lik ayaklı falkon tüplere 10 gr. besiyeri tartılarak koyulmuştur. Önceden hazırlanmış tekstil boyalarının 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm ve 40 ppm'lik dozlarının 6 ml.'si pipetle çekilerek, tartılmış besiyerlerine konularak homojen şekilde karışması sağlanmıştır. Kontrol grubu için distile su kullanılmıştır. Kimyasal içeren besiyerleri soğuduktan sonra larvaların gömülme işlemi gerçekleştirilmiştir. Larvaları toplamak için tüpteki ebeveynler besiyerinden uzaklaştırılmıştır. Daha sonra temiz bir petri kabına distile su konulmuş, 3. dönem larvalarını barındıran besiyerinden bir parça alınarak distile suda larvaların ayrılması sağlanmıştır. Her deney grubu için 100 larva sayılmış ve ortama gömülmüştür. Tüplerin ağızları pamuk tıkaçlarla kapatılarak 25 °C ve % 40- 60 bağıl neme sahip etüvlere konularak larvaların ergin hale ulaşması sağlanmıştır. Bu süreçte tüm deney grupları her gün kontrol edilerek tüpte görülen ilk ergin sinek çıkışından itibaren 7 gün sayım yapılmıştır. Sayım, günde iki kez, dişi ve erkek ayrımı yapılarak not edilmiş, elde edilen anormalliklerin fotoğrafları çekilmiştir. Tüm deneyler 3 kez tekrar edilmiştir.

Ömür Uzunluğu Deneyleri

Etkisi araştırılan on tekstil boyar maddesinin *D. melanogaster*' in ömür uzunluğu üzerine etkisi dişi ve erkek popülasyonlarında ayrı ayrı çalışılmıştır. Bu amaçla aynı yaştaki bireyleri elde etmek için, taze besin ortamı içeren kültür tüplerinde çaprazlamalar yapılarak ön stoklar oluşturulmuştur. Çaprazlamalar yapıldıktan sonra tüm kültür tüpleri 25 °C ve % 40- 60 bağıl neme sahip etüvlere konulmuştur. 7 gün sonra ebeveyn ve oluşacak yavruların karışmaması için ebeveynler kültür tüplerinden uzaklaştırılmıştır. Çaprazlamadan yaklaşık 10 gün sonra pupadan çıkan aynı yaşlı (1-3 günlük) çiftleşmemiş dişi (virgin dişi) ve erkeklerden her grup için 100 birey toplanmıştır. Toplanan bireyler boş tüplere alınarak uygulamadan 2 saat önce aç bırakılmıştır. Daha sonra bu bireyler farklı konsantrasyonlarda (10 ppm, 20 ppm, 30 ppm ve 40 ppm) hazırlanmış tekstil boyar maddelerini içeren kültür tüplerinde 2 saat beslenmişlerdir. Bu beslenme 25 gr. taze besiyerine, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilerden 6 ml. eklenerek oluşan karışımda gerçekleşmiştir. 2 saat beslenen bireyler, bu sürenin sonunda Standart Drosophila Besiyeri içeren tüplere 100 er birey olacak şekilde aktarılmış ve 25 °C ve % 40- 60 bağıl neme sahip etüvlere alınmıştır. Deney boyunca etüvde muhafaza edilen kültür tüpleri takip edilerek haftada iki kere besiyeri değişimi yapılmıştır. Birey sayıları her uygulama günü başlangıcı ve sonunda kontrol edilerek ölen bireyler kaydedilmiş ve ortamdan uzaklaştırılmıştır. Kontrol ve uygulama gruplarında sayım ve besiyeri değişimine son birey ölene kadar devam edilmiştir.

Boyar Maddelerin Dişi ve Erkek Bireylerde Yavru Döl Sayısı Üzerine Etkilerinin Araştırılması

Etkisi araştırılan boyar maddelerin dişi ve erkek bireylerde yavru döl sayısı üzerine olan etkileri ömür uzunluğu deneylerinde olduğu gibi dişi ve erkek popülasyonlarında ayrı ayrı çalışılmıştır. Aynı yaştaki (1-3 günlük) virgin dişi ve erkek bireylerin toplanması amacıyla temiz besiyeri içeren kavanozlara önceden stok haline getirilmiş *Drosophila* bireyleri aktarılmıştır. 5-6 gün sonra ebeveyn ve yavru bireylerin karışmaması için ebeveynler ortamdan uzaklaştırılmıştır. Yaklaşık 9-10 gün sonra elde edilen aynı yaştaki 1-3 günlük virgin dişi ve erkek bireyler ayrı besiyerlerinde toplanmıştır. Her uygulama grubu için 5 dişi- 5 erkek birey kullanılmıştır. Her uygulama grubunda, bir deney setinde sadece dişi bireylere kimyasal uygulanırken, aynı uygulama grubuna ait diğer deney setinde yalnızca erkek bireylere kimyasal uygulanmıştır. Kimyasal uygulaması yapılırken; taze hazırlanmış besiyerlerin 15 gr.' ı hassas terazide tartılarak boyar maddelerin belirlenen dozlarının (10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm) 5

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

ml.' si ile karıştırılmıştır. Kontrol grupları için distile su uygulaması yapılmıştır. Kimyasala maruz bırakılmayan deney setindeki bireyler ise Standart *Drosophila* Besiyerine alınmıştır. Tüm uygulama gruplarının kültür tüplerinde, 25 °C ve % 40- 60 bağıl neme sahip etüvde 5 gün aydınlığa çıkarılmadan beslenmeleri sağlanmıştır. Bu sürenin sonunda, kimyasalda beslenen dişilerle Standart *Drosophila* Besiyerinde beslenen erkekler, kimyasalda beslenen erkeklerle Standart *Drosophila* Besiyerinde beslenen dişiler, taze besiyerlerine alınarak çiftleştirilmiştir. 5 gün sonra ebeveynler ortamdaki uzalaştırılmıştır. Tekrar etüve alınan kültür tüplerindeki pupa gelişimi takip edilerek, ilk ergin bireyin çıktığı andan itibaren ergin sinekler 7 gün boyunca eşeylerine göre ayrılarak sayım yapılmıştır. Deneyler 3 kez tekrar edilmiştir.

İstatiksel Analizler

Araştırılan maddelerin ömür uzunluğu, yaşama yüzdesi ve dişi ve erkek bireylerde yavru verme sayısı üzerine etkilerinin araştırılması deneylerinden elde edilen verilerle ilgili istatistiksel analizler SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 15.0 programı ile yapılmıştır.

3. BULGULAR

Çalışmada kullanılan boyar maddelerin yaşama yüzdesi üzerine olan etkileri Tablo 1 de görülmektedir. Dişi bireylerde yapılan incelemeler sonucunda Acid blue113 ve Direct black 22 hariç diğer gruplarda yaşama yüzdesinin kontrol grubuna göre azaldığı tespit edilmiştir. Tüm maddeler için yapılan istatistiksel hesaplamalar sonucunda kontrol ile uygulama dozları arasında önemli fark olduğu belirlenmiştir. Erkek bireyler için yapılan incelemelerde dişi bireylerde olduğu gibi Acid blue113 ve Direct black 22 hariç diğer uygulama gruplarında yaşama yüzdesinde azalma tespit edilmiş ve bu değerlerin de kontrol ile karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir.

Kullanılan boyar maddelerin *D. melanogaster*'de ömür uzunluğuna olan etkileri incelendiğinde elde edilen sonuçlar Tablo 2'de görülmektedir. Dişi ve erkek bireyler için ayrı ayrı yapılan incelemelerde tüm uygulama gruplarında ömür uzunluğunun kontrole nazaran azaldığı tespit edilmiştir. Dozlar kendi aralarında karşılaştırıldığında hem dişi hem de erkek bireylerde birbirine yakın değerler gözlenmiştir.

Boyar maddelerin yavru birey sayısı üzerine olan etkilerini incelemek için yapılan çalışma sonucunda elde edilen veriler Tablo 3 de görülmektedir. Kimyasal maddelerin dişi bireylere uygulanması sonucu oluşan yavru birey sayısı Acid blue113, Dispers yellow 119, Reactive black 5 ve Reactive blue 19 da kontrole göre artış gösterirken diğer maddelerle olan uygulamalarda kontrole göre azalma tespit edilmiştir. Erkek bireylere tekstil boyar maddelerinin uygulanması sonucunda ise yavru birey sayısında Reactive black 5 ve Reactive blue 19 da kontrol grubuna göre artma gözlenirken diğer gruplarda kontrole nazaran azalma tespit edilmiştir.

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

Tablo 1. Tekstil boyalarının *Drosophila melanogaster*'de yaşama yüzdesi üzerine olan etkileri

Madde	Doz	Dişi birey sayısı ORT. ± S. H.	Erkek birey sayısı ORT. ± S. H.
Acid Blue 113	Kontrol	32 ± 0,8 a	25 ± 0,7 a
	10	39 ± 1,1 b	34 ± 1,2 b
	20	38 ± 0,1 bc	30 ± 0,6 c
	30	37 ± 0,5 c	28 ± 1,0 d
	40	34 ± 0,1 d	34 ± 0,2 b
Acid Red 266	Kontrol	32 ± 0,9 a	35 ± 0,8 a
	10	37 ± 0,5 b	27 ± 0,3 b
	20	32 ± 1,8 a	31 ± 1,3 c
	30	26 ± 1,5 c	22 ± 1,6 d
	40	24 ± 0,7 d	27 ± 0,6 b
Acid Yellow 199	Kontrol	40 ± 1,8 a	38 ± 1,2 a
	10	30 ± 1,8 b	27 ± 0,9 b
	20	31 ± 0,8 bc	32 ± 0,1 c
	30	32 ± 0,1 c	31 ± 0,8 c
	40	30 ± 1,8 b	27 ± 1,3 b
Basic Red 46	Kontrol	40 ± 0,9 a	44 ± 1,8 a
	10	35 ± 0,8 b	37 ± 1,1 b
	20	38 ± 1,5 c	41 ± 0,1 c
	30	32 ± 0,7 d	37 ± 1,2 b
	40	34 ± 1,3 b	41 ± 0,9 c
Basic Yellow 28	Kontrol	40 ± 0,7 a	44 ± 1,8 a
	10	34 ± 0,5 b	34 ± 1,3 b
	20	37 ± 0,9 c	34 ± 1,7 b
	30	26 ± 0,2 d	26 ± 0,7 c
	40	34 ± 1,9 b	31 ± 0,9 d
Dispers Yellow 119	Kontrol	38 ± 0,6 a	38 ± 0,2 a
	10	31 ± 0,9 b	32 ± 0,5 b
	20	11 ± 1,2 c	22 ± 0,8 c
	30	18 ± 1,5 d	23 ± 0,9 c
	40	20 ± 0,6 e	22 ± 1,2 c
Direct Black 22	Kontrol	31 ± 0,2 a	29 ± 0,3 a
	10	40 ± 0,5 b	40 ± 1,1 b
	20	43 ± 0,1 c	39 ± 1,3 b
	30	33 ± 0,9 c	33 ± 0,9 c
	40	44 ± 0,5 c	37 ± 0,7 d
Reactive Black 5	Kontrol	42 ± 0,5 a	40 ± 0,5 a
	10	37 ± 0,3 b	31 ± 1,3 b
	20	36 ± 0,7 b	34 ± 0,6 c
	30	30 ± 1,2 c	25 ± 0,6 d
	40	18 ± 1,7 d	16 ± 1,7 e
Reactive Blue 19	Kontrol	47 ± 0,4 a	47 ± 0,4 a
	10	38 ± 0,8 b	44 ± 1,1 b
	20	42 ± 0,6 c	36 ± 0,8 c
	30	38 ± 0,3 b	37 ± 0,9 c
	40	39 ± 1,2 b	28 ± 0,9 d
Reactive Red 120	Kontrol	43 ± 0,5 a	43 ± 1,1 a
	10	40 ± 0,8 b	32 ± 1,2 b
	20	37 ± 0,3 c	39 ± 0,9 c
	30	39 ± 0,7 b	40 ± 0,8 cd
	40	39 ± 0,9 b	41 ± 1,1 d

*: Aynı harfle gösterilen değerler p<0.05 düzeyinde önemsizdir.

ORT. ± S. H.: Ortalama±Standart Hata

Tablo 2. Tekstil boyalarının *Drosophila melanogaster* 'de ömür uzunluğu üzerine olan etkileri

Madde	Doz	Dişi maksimum gün	Erkek maksimum gün
Acid Blue 113	Kontrol	64	64
	10	53	57
	20	57	57
	30	57	43
	40	57	57
Asit Red 266	Kontrol	64	64
	10	53	46
	20	53	61
	30	57	53
	40	53	57
Acid Yellow 199	Kontrol	64	64
	10	57	53
	20	53	61
	30	54	53
	40	53	46
Basic Red 46	Kontrol	64	64
	10	57	46
	20	50	50
	30	53	53
	40	53	43
Basic yellow 28	Kontrol	64	64
	10	53	43
	20	53	50
	30	53	53
	40	57	57
Direct Black 22	Kontrol	64	64
	10	50	57
	20	57	57
	30	57	53
	40	50	57
Dispers Yellow 119	Kontrol	52	49
	10	49	49
	20	56	56
	30	59	49
	40	49	49
Reactive Black 5	Kontrol	64	64
	10	57	57
	20	53	59
	30	59	57
	40	57	53
Reactive Blue 19	Kontrol	62	59
	10	56	52
	20	56	49
	30	52	49
	40	56	56
Reactive Red 120	Kontrol	52	59
	10	52	56
	20	49	52
	30	52	52
	40	49	49

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

Tablo 3. Tekstil boyalarının *Drosophila melanogaster*'de yavru birey sayısı üzerine olan etkileri

Madde	Doz	Dişi			Erkek		
		Dişi sayısı*	Erkek Sayısı*	Toplam Birey sayısı*	Dişi Sayısı*	Erkek Sayısı*	Toplam Birey sayısı*
Acid Blue 113	Kontrol	46 a	42 a	88 a	50 a	40 a	90 a
	10	47 a	49 b	96 b	36 b	46 b	82 b
	20	73 b	57 c	130 c	47 c	38 c	85 c
	30	53 c	44 d	97 b	35 b	52 d	87 d
	40	69 d	59 e	125 d	36 b	40 a	76 e
Acid Red 266	Kontrol	69 a	67 a	136 a	32 a	42 a	74 a
	10	62 b	53 b	115 b	28 b	37 b	65 b
	20	50 c	53 b	103 c	35 c	30 c	65 b
	30	54 d	55 c	109 d	25 d	31 c	56 c
	40	41 e	44 d	85 e	28 b	37 b	65 b
Acid Yellow 199	Kontrol	69 a	67 a	136 a	32 a	42 a	74 a
	10	50 b	54 b	104 b	31 a	25 b	56 b
	20	48 c	42 c	90 c	33 b	34 c	67 c
	30	49 bc	46 d	95 d	30 ac	35 c	65 cd
	40	43 d	43 c	86 e	37 d	31 d	68 cd
Basic Red 46	Kontrol	49 a	42 a	91 a	50 a	40 a	90 a
	10	48 a	44 b	92 a	45 b	43 b	88 b
	20	51 b	37 c	88 b	47 c	34 c	81 c
	30	39 c	47 c	86 c	40 d	41 a	81 c
	40	47 d	36 c	82 d	43 b	44 b	77 d
Basic Yellow 28	Kontrol	46 a	72 a	118 a	50 a	40 a	90 a
	10	51 b	49 b	100 b	44 b	40 a	84 b
	20	47 a	51 c	98 c	43 b	39 b	82 c
	30	55 c	56 d	111 d	41 c	40 a	81 d
	40	55 c	54 e	109 e	49 a	36 c	85 b
Direct Black 22	Kontrol	69 a	67 a	136 a	32 a	42 a	74 a
	10	49 b	49 b	98 b	34 b	33 b	67 b
	20	35 c	37 c	72 c	35 b	34 b	69 c
	30	44 b	46 d	90 d	25 c	23 c	48 d
	40	43 b	42 e	85 e	28 d	32 bd	60 e
Dispers Yellow 119	Kontrol	50 a	51 a	101 a	67 a	67 a	134 a
	10	83 b	82 b	165 b	64 b	56 b	120 b
	20	73 c	77 c	150 c	71 c	79 c	150 c
	30	67 d	63 d	130 d	61 d	62 d	123 d
	40	60 e	59 e	119 e	70 c	59 e	129 e
Reactive Black 5	Kontrol	37 a	37 a	74 a	31 a	27 a	58 a
	10	65 b	66 b	131 b	35 b	31 b	66 b
	20	54 c	49 c	103 c	47 c	52 c	99 c
	30	41 d	48 c	89 d	44 d	52 c	96 d
	40	38 a	35 d	73 a	36 b	37 d	73 e
Reactive Blue 19	Kontrol	37 a	37 a	74 a	31 a	27 a	58 a
	10	42 b	37 a	79 b	39 b	28 a	67 b
	20	53 c	62 b	115 c	46 c	37 b	83 c
	30	55 d	58 c	113 d	44 d	49 c	93 d
	40	39 e	41 d	80 b	42 e	35 d	77 e
Reactive Red 120	Kontrol	69 a	68 a	137 a	53 a	51 a	104 a
	10	63 b	66 b	129 b	53 a	43 b	96 b
	20	65 c	68 a	133 c	41 b	53 b	94 c
	30	71 d	63 c	134 c	49 c	36 c	85 d
	40	62 b	64 c	126 d	46 d	37 d	83 e

*: Aynı harfle gösterilen değerler $p < 0.05$ düzeyinde önemsizdir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bilinçsizce kullanılan ve çevreye salınan kimyasal maddelerin deney organizmaları üzerinde etkilerinin araştırılması, diğer canlı türleri ve insan üzerinde görülebilecek olası toksik etkilerin göstergesi olarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada tekstil endüstrisinde boyar madde olarak kullanılan on sentetik boyar maddenin *Drosophila melanogaster* üzerine olan toksik ve genotoksik etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Uzun yıllardan beri çeşitli kimyasal maddelerin toksik etkileri *Drosophila melanogaster*' de araştırılmıştır. Fakat literatür araştırmalarımıza göre *Drosophila melanogaster*' de tekstil boyar maddelerinin toksik etkilerinin araştırıldığı yalnızca bir çalışmaya rastlanmıştır. Özata [29], bazı tekstil boyalarının *Drosophila melanogaster* üzerine toksik ve genotoksik etkilerini *Drosophila* kanat benek testi (SMART) kullanarak yaptığı araştırmada, standart çapraz (ST) ve promutajen ve prokarsinojenler için yüksek duyarlılıkla karakterize olan yüksek bioaktivasyon çaprazı (YB) kullanmıştır. Genel olarak bilinen mutajenleri (etil metil sülfonat ve üretan) pozitif kontrol grubu olarak kullanmış, tekstil boyalarının bütün konsantrasyonlarının hayatta kalış oranını azalttığını, iki çaprazdaki bütün benek tiplerinin sayısında artış olduğunu tespit etmiştir. Astrazon sarı GL-E, astrazon siyah FDL, chrocion kırmızı, chrocion sarı, remazol mavi, remazol kırmızı RR ile iki çaprazın uygulamaları tekli benek ve ikili beneklerin frekansındaki artış ile ortaya çıkan pozitif sonuçlar vermiş, tekstil atık suyu her iki çapraz tüm benek tiplerinin sayısını arttırmıştır.

Çalışmamızda toksik etkisini araştırdığımız Reactive black 5 boyar maddesinin mutajenik etkileri Şenel [1] tarafından Umu-testi ile belirlenmiştir. Reactive black 5 boyarmaddesi 120 µg/ml, 40 µg/ml ve 4 µg/ml konsantrasyonlarda mutajen etki göstermemiş, 400 µg/ml konsantrasyonda S-9 fraksiyonu varlığında ve yokluğunda mutajen etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Muthukumar ve ark. [30] asit red 8, asit red 18, asit orange 10, asit orange 7 ve asit red 73 boyalarını kullanmışlar ve pek çok reaktif ve direkt boyanın sucul hayata toksik etkisinin olduğu sonucuna varmışlardır.

Çeşitli kimyasalların mutajenik, karsinojenik, toksik ve genotoksik etkileri *Drosophila melanogaster*'de yaşama yüzdesi ve ömür uzunluğu üzerinde uzun yıllardan beri çalışılmaktadır. Herhangi bir etmenin olası toksik etkileri ile ilgili olarak, *Drosophila*' da yaşayabilirlik yüzdesi çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır [31-33]. Bu çalışmalardan günümüze en yakın olanlardan birkaç örnek verecek olursak; Ayar [34], parabenlerin genotoksik etkilerini *D. melanogaster*' de SMART ile araştırdığı çalışmada, uygulama gruplarının tümünde konsantrasyon artışına bağlı olarak yaşama yüzdesinin azaldığını, maddelerin etkisinin genotoksik olarak değil, toksik etkiler meydana getiren mekanizmalar sonucunda olduğu kanısına varmıştır. Çolak [35], bazı dioksinlerin toksik etkilerini araştırdığı çalışmada,

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

dioksin uygulama gruplarının tümünde larvadan ergine gelişebilen birey sayısını belirten hayatta kalış oranının kontrol grubuna göre önemli ölçüde azaldığını belirlemiştir. Bunun yanı sıra konsantrasyon artışına paralel olarak hayatta kalış oranında gözlenen azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirlemiştir. Gıda katkı maddesi olarak kullanılan çeşitli gıda boyalarının (tartrazin, amarant, sunset yellow, ponceu 4R, black pn, brillant blue, pea gren, quinolin yellow) *D. melanogaster*' in ömür uzunluğunu hem dişi hem erkek populasyonlarında önemli ölçüde kısalttığı tespit edilmiştir [36-37]. Sarıkaya ve ark. [38], beş gıda boyasının *D. melanogaster*' in yaşama yüzdesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada, deney gruplarındaki *Drosophila melanogaster* bireylerinin yaşama yüzdelerinin konsantrasyon arttıkça kontrol grubuna oranla önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Drosophila'nın ömür uzunluğu, sıcaklık, beslenme, radyasyon, populasyon yoğunluğu gibi dış etkenler ile anasal yaş, fekundite, eşeylik ve genetik yapı gibi iç etkenlerden etkilenmektedir [39-51].

Deneylerimiz süresince *Drosophila melanogaster* bireyleri 25 °C sıcaklık ve % 40- 60 oranında bağıl neme ayarlanmış etüvlerde tutulmuş, Standart *Drosophila* Besiyeri ile beslenmişlerdir. Bu sayede sıcaklık ve beslenmenin ömür uzunluğu üzerinde herhangi bir etkiye neden olmaması sağlanmıştır. Ömür uzunluğu deneylerindeki tüm uygulama gruplarına eşit miktarda birey konularak populasyon yoğunluğu sabit tutulmuştur. Deneylerde 1-3 günlük virgin dişi ve erkek bireyler kullanılmış ve ömür uzunluğuna anasal yaşın etki etmesi önlenmiştir. Bireylerin deneylerde kullanılmak üzere toplanması sırasında erkek ve dişi bireyler ayrı kültür tüplerinde muhafaza edilerek çiftleşme de engellenmiştir. Çalışmamızda tüm grupların besin ortamı haftada iki kez değiştirilerek metabolik artıkların ortamdaki uzaklaştırılması sağlanmıştır. Deneylerde değişen tek etmen organizmaya uygulanan boyar maddelerdir. Dolayısıyla ergin ömür uzunluğunda görülen değişimler boyar maddelerin etkisiyle ortaya çıkmış olmalıdır.

Boyar maddelerin dişi ve erkek bireylerde meydana getirdiği ömür uzunluğundaki azalma, uygulanan çeşitli konsantrasyonlara bağlı olarak toksik etkinin meydana geldiğini düşündürmektedir. Organizmada meydana gelen toksik etki nedeniyle artan metabolizma hızının solunum hızına ve bu bağlamda serbest radikal oluşumunu artırarak hücresel hasara, enzim inhibisyonuna ve ömür uzunluğunda azalmaya neden olduğunu düşünmekteyiz.

Drosophila'nın yaşam döngüsü sıcaklık, beslenme, populasyon yoğunluğu, nem oranı gibi dış etkenler ile genetik yapı ve yaş gibi iç etkenlerden etkilenmektedir [52-55].

Ömür uzunluğu deneylerinde olduğu gibi boyar maddelerin yaşama yüzdesi ve dişi-erkek bireylerin yavru döl sayısına olan etkileri araştırılırken tüm koşullar sabit tutularak, toksisitenin organizmanın çevre koşullarına bağlı olarak ortaya çıkması engellenmiştir. Acid red 266, Acid yellow 199, Basic red 46, Basic yellow 28, Dispers yellow 119, Reactive black 5, Reactive red 120 ve Reactive blue 19 boyar maddelerinin larvalara uygulanan tüm konsantrasyonları kontrol grubuna göre yaşama yüzdesini azaltmıştır. Larvadan ergine ulaşabilen birey sayısındaki azalmanın (yaşama yüzdesi) boyar maddelerin toksik etkisinden dolayı larvaların ölümüne sebep olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bunun yanı sıra bazı organizmalar fizyolojik dengelerini sağlamak ve kimyasalların toksik etkilerini azaltmak için ekstra enerji harcarlar. Bu sebeple gelişim süreçleri normal gelişim süreçlerine göre daha uzun sürede tamamlanır. Bu sonuçlardan farklı olarak Tablo 1’de Acid blue113 ve Direct black 22 boyar maddelerinin çeşitli konsantrasyonlarının kontrol grubuna göre larvaların hayatta kalış oranını arttırdığı görülmektedir. Bir maddenin veya kompleks bir karışımın mutajenitesi, o maddenin direkt kendi yapısal özelliğinden kaynaklanabileceği gibi canlı bünyesine girerek buradaki enzim sistemleriyle muamelesi sonucu da mutajen etki kazanabilir. Diğer taraftan, bir madde mutajen etkiye sahipken, canlı enzim sistemleriyle muamelesi sonucu yapısal değişikliklerden dolayı mutajen etkisini kaybedebilir [1].

Çalışmamızda boyar maddelerin dişi ve erkek bireylerde yavru döl sayısına etkileri de araştırılmıştır (Tablo 3). Acid red 266, Acid yellow 119, Basic red 46, Basic yellow 28, Direct black 22 ve Reactive red 120 boyar maddelerinin uygulanan tüm konsantrasyonlarında dişi bireyler kontrol grubuna göre daha az sayıda yavru vermiştir. Yavru döl sayısındaki düşüşün en önemli sebebi kronik olarak uygulanan boyar maddeler tarafından gametogenezin inhibe edilmesidir diyebiliriz. Ebeveynler tarafından üretilen sperm veya yumurtanın azalması, yumurta açılmasının meydana gelmemesi, pupa döneminde hücre farklılaşmasının engellenmesi ya da larvaların ölmesi yavru döl sayısını azaltmaktadır [56]. *Drosophila melanogaster*’ de genlerin % 30’ unun vital genler olduğu ve onlardan birinin veya birkaçının fonksiyon kaybının letaliteye neden olacağı ifade edilmiştir [57]. Dolayısıyla vital genlerde meydana gelen olası mutasyonlar ergin birey sayısındaki düşmeyi açıklayabilir. Bu nedenle boyar maddelerin üreme ve gelişim başarısını düşürdüğü söylenebilir.

Araştırma bulgularına göre; Acid blue113, Dispers yellow 119 Reactive black 5 ve Reactive blue 19 boyar maddeleri dişi bireylerin yavru döl sayısını arttırmıştır. Erkek bireylerde Reactive black 5 ve Reactive blue 19 boyar maddeleri yavru sayısını arttırmıştır. *Drosophila melanogaster*’ in farklı bir besin tipi ile beslenmesi sonucu bu canlının yumurta sayısını ayarladığı ifade edilmiştir. Bu durumun böceğin neslini tehlikeye sokmamak için olduğu

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

düşünülmüştür [58]. Boyar maddelerin erkek bireylere uygulanması sonucunda F1 dölündeki yavru sayısına olan etkisi kimyasal uygulanan dişi bireylerden daha hassas bulunmuştur. Çünkü tüm boyar maddelerde kimyasal uygulanan erkek bireyler dişi bireylere göre yavru sayısında daha fazla azalmaya sebep olmuştur. Çekirdek dışı maddeler babaya oranla anneden daha fazla geçtiğinden dolayı yavru döl özellikleri üzerinde anasal etkinin daha ağırlıklı olduğu rahatlıkla söylenebilir [59]. *D. melanogaster* dişi ve erkeklerinde DNA, RNA ve protein seviyeleri tayin edildiğinde dişilerde bu moleküllerin erkeklere oranla çok daha fazla oldukları görülmüştür [60]. *Drosophila* dişilerinde erkeklerle birlikte olmanın zararı çiftleşmede hayatta kalabilirlik üzerine zararlı etkileri olan seminal sıvının bileşenlerinden kaynaklandığı rapor edilmektedir [59]. Çalışmalarımızın bulgularına göre boyar madde uygulanan erkek bireyler dişi bireylere göre yavru sayısında daha fazla düşüşe neden olmuşlardır. Bu durum yukarıda belirttiğimiz bilgilere dayanarak şu şekilde değerlendirilebilir: kimyasal madde uygulanmayan dişi bireyler boyar madde uygulamasına maruz kalan erkek bireylerle çiftleştirildiğinde seminal sıvının kimyasal bileşenleri değişmiş, buna bağlı olarak hayatta kalabilirlik ve yavru sayısı azalmıştır. Yavru döl üzerinde anasal etkinin daha ağırlıklı olduğu göz önüne alındığında da bu açıklama mantıklı görünmektedir. Ayrıca boyar maddeler dişilerdeki DNA, RNA ve protein seviyelerinde bir değişime sebep olarak erkek bireylere oranla boyar maddeden daha az etkilenmiş olabilirler.

Kalitesiz ve insan sağlığı hiçe sayılarak ihraç edilen boyar maddeler, deri yoluyla çocukları da olumsuz yönde etkilemektedir. Tüketici olarak bunun önüne geçmek için, mümkünse ucuz olmayan doğal boyalarla boyanmış giysileri tercih etmek veya ter haslıkları yüksek olan boyalarla boyanmış ürünleri almak önemli bir tedbir olacaktır. Özellikle koyu renklerden vazgeçilmesi, doğal boyar maddelerin kullanımının artması, sentetik boyar maddelerin arıtımının iyi yapılması boyar maddelerin insanlara ve ekosisteme olası zararlarını minimuma indirecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırmalar Projeleri Birimi tarafından F-369 kodlu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Cumhuriyet Üniversitesi BAP Birimine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Şenel, Ü., (2006). Tekstil endüstrisinde kullanılan sentetik boyar maddelerin mutajenik etkilerinin umu-testi ile araştırılması, Doktora Tezi, İstanbul Üniv., Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Anabilim Dalı.
- [2] Şen, S., Demirer, G.N., (2003). Anaerobic treatment of real textile wastewater with a fluidized bed reactor, *Water Research*, 37, 1868- 1878.
- [3] Uzal, N., Yılmaz, L., Yetiş, Ü., (2005). İndigo boyama atıklarının ön arıtımı: kimyasal çöktürme ön filtrasyon süreçlerinin karşılaştırılması, 6. Ulusal Çevre Müh. Kongresi, 429- 437.
- [4] Al-Sabti, K., (2000). Chlorotriazine Reactive azo red 120 textile Dye induces micronuclei in fish, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 47, 149-155.
- [5] Sugimori, D., Banzawa, R., Kurozumi, M., Okura, I., (1998). Removal of disperse dyes by the fungus *Cunninghamella polymorpha*, *Journal of Bioscience and Bioengineering* 87 (2), 252-254.
- [6] Odeigah, P.G.C., Osanyipeju, A.O., (1995). Genotoxic effects of two industrial effluents and methyl methane sulfonate in *Clarias lazera*, *Food Chem. Toxicol.*, 33, 501- 505.
- [7] Sumathi, M., Kalaiselvi, K., Palanivel, M., Rajaguru, P., (2001). Genotoxicity of textile dye effluent on fish (*Cyprinus carpio*) measured using the comet assay, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 66, 407- 414.
- [8] Çavaş, T., Ergene- Gözükara, S., (2003). Micronuclei, nuclear lesions and interphase silver-stained nucleolar organizer regions (agnors) as cyto-genotoxicity indicators in *Oreochromis niloticus* exposed to textile mill effluent, *Mutation Research*, 538, 81-91.
- [9] Moawad, H., Abd El-Rahim, W.M., Khalafallah, M.A., (2003). Evaluation of biotoxicity of textile dyes using two bioassay tests, *J. Basic Microbiol.* 43 (3), 218- 229.
- [10] Zhou, Q., Xu, J., Cheng, Y., (2004). Inhibitory effects of Reactive X-3B red dye (RRD) on iron uptake by three crops, *Plant and Soil*, 261, 155- 156.
- [11] Araujo, A. S. F., Monteiro, R. T. R., (2005). Plant bioassay to assess toxicity of textile sludge compost, *Sci. Agric.(Piramlaba, Braz.)*, 62 (3), 286- 290.

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster* 'de Ömür Uzunluğu

- [12] Kolutek, R., Karataş, N., (2007).Nevşehir ili uçhisar kasabasında yaşayan bireylerde kanser risk faktörleri ve erken tanı belirtilerinin saptanması, Sağlık Bilimleri Dergisi (Journal of Health Sciences), 16 (1), 28- 39.
- [13] Seventekin, N., (1988). Boyar madde kimyasına giriş, Bornova-İzmir.
- [14] Kurtoğlu, N., Şenol, D., (2004). Tekstil ve ekolojiye genel bakış, karsinojen ve allerjik etki yapabilen tekstil kimyasalları, KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 7 (1).
- [15] Idaomar, M., El-Hamss, R., Bakkali, F., Mezzoug, N., Zhiri, A., Baudoux, D.,Munoz-Serrano, A., Liemans, Alonso-Morafa, A., (2002). Genotoxicity and antigenotoxicity of some essential oils evaluated by wing spot test of *Drosophila melanogaster*, Mutation Research, 513 (1-2), 61- 68.
- [16] Potter, C. J., Turenchalk, G. S., Xu, T., (2000). *Drosophila* in cancer research, TIG,16 (1), 33- 39.
- [17] Osaba L., Rey, M.J., Aguirre, A., Alonso, A., Graf, U. 2002. "Evaluation of genotoxicity of captan, maneb and zineb in the wing spot test of *Drosophila melanogaster*: Role of nitrosation", Mutation Research, 518 (1), 95-106
- [18] Lehmann, M., Franco, A., de Souza Prudente Vilar, K., Lukza Reguly, M., de Andrade, H.H., (2003). Doxorubicin and two of its analogues are preferential inducers of homologous recombination compared with mutational events in somatic cells of *Drosophila melanogaster*. Mutation Research, 539 (1-2), 167-175.
- [19] Arking, Robert. (1987). "Genetic and environmental determinants of longevity in *Drosophila*,"Basic Life Sci. 42: 1–22.
- [20] Arking, R. (1988). "Genetic analyses of aging processes in *Drosophila*," *Exp. Aging Res.* 14: 125–135.
- [21] Arking, Robert and S. P. Dudas. (1989). "Review of genetic investigations into the aging processes of *Drosophila*," J. Am. Geriatr.37: 757–773.
- [22] Rose, Michael R. (1991). Evolutionary Biology of Aging, Oxford: Oxford University Press.

- [23] Stearns, Steven C. and Linda Partridge. (2001). "The genetics of aging in *Drosophila*," in E. Masoro and S. Austad (eds.), *Handbook of Aging*, 5th ed. San Diego: Academic Press, pp. 345–360.
- [24] Bonilla E, Medina-Leendertz S, Díaz S. (2002) Extension of life span and stress resistance of *Drosophilamelanogaster* by long-term supplementation with melatonin. *Exp Gerontol.*, 37(5):629-38.
- [25] Sarıkaya, R., Çakır, Ş., Solak, K., (2006). Effects of food preservatives on the longevity of *Drosophila melanogaster* (mwhxflr), *Kastamonu Education Journal*, 14, 173- 184.
- [26] Uysal, H., Altun, D., Aslan, A., (2009). *Drosophila melanogaster*'de *Lobaria pulmonaria*(L.) Hoffm. likeninin ömür uzunluğu üzerine etkisi, *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2 (3), 271- 276.
- [27] Uysal H., Semerdöken S, Çolak, D. A., Ayar A. 2013. The hazardous effects of the three natural food dyes on developmental stages and longevity of *D. melanogaster*. *Toxicology and Industrial Health*
- [28] Ayar A, Uysal H, Altun D (2009) The Effects of Cold Shock on The Longevity in Oregon R wild and Vestigial mutant of *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae). *Ekoloji* 74: 38-44
- [29] Özata, L., (2006). Bazı tekstil boyaalarının *Drosophila melanogaster* üzerine toksik ve genotoksik etkilerinin araştırılması, Doktora tezi, İnönü Üniversitesi, Biyoloji Anabilim Dalı, Malatya.
- [30] Muthukumar, M., Sargunamani, D., Senthilkumar, M., Selvakumar N., (2005). Studies on decolouration, toxicity and the possibility for recycling of acid dye effluents using ozone treatment, *Dyes and Pigments*, 64, 39- 44.
- [31] Cunha, K.S., Reguly, M. L., Graf U. ve Andrade, H. H. R., (2001). Taxannes: the genetic toxicity of paclitaxel and docetaxel in somatic cells of *Drosophila melanogaster*, *Mutagenesis*. 16 (1), 79- 84.
- [32] Yeşilada, E., (2001). Genotoxicity testing of some metals in the *Drosophila* wing somatic mutation and recombination test, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 66, 464- 469.
- [33] Yeşilada, E., Özmen M., Yeşilada, Ö., (1999). Studies on the toxic and genotoxic effect of olive iol mill wastewater, *Fresenius Environ. Bull.*, 8 732-739.

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

- [34] Ayar, A., (2013). Bazı parabenlerin genotoksik etkilerinin in vivo ve in vitro şartlarda kısa süreli test teknikleri ile belirlenmesi, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzurum.
- [35] Çolak Altun, D., (2013). Dioksinlerin toksik etkilerinin *Drosophila* kanat benek testi ve biyokimyasal yöntemlerle belirlenmesi ve bu etkilerin farklı antioksidanlar ile giderilmesi üzerine araştırmalar, Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzurum.
- [36] Semerdöken, S., (2012). Gıda maddelerine katılan bazı sentetik azo gıda boyalarının *Drosophila melanogaster*'in Oregon R yabanıl ve mutant soylarında larval mortalite ve ömür uzunluğu üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [37] Uysal, H., Semerdöken, S., (2011). Sentetik gıda boyalarının *drosophila melanogaster*'in Oregon R soyunda larval toksisite ve ergin ömür uzunluğu üzerine etkilerinin belirlenmesi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (1), 71- 87.
- [38] Sarıkaya, R., Selvi, M., Akkaya, N., Acar, M., Erkoç, F., (2010). Farklı Konsantrasyonlardaki Gıda Boyalarının *Drosophila melanogaster (mwh x flr)*'de Yaşama Yüzdesi Üzerine Etkisi, SDÜ Fen Dergisi (e-Dergi), 5 (1), 38-46.
- [39] Bağcı, G., Bozcuk, A. N., (1991). Ergin *Drosophila*'nın ömür uzunluğuna sıcaklık ve ısığın etkisi, Doğa – Tr. J. of Biology, 15, 1- 8.
- [40] Memmi, B. K., Ünlü H., (2007). The effects of short duration microwave exposure on the life span and the induction of sex-linked recessive lethal mutations in *Drosophila melanogaster*, Hacettepe J. of Biol. and Chem., 35 (3), 173- 179.
- [41] Ünlü, H., (1991a). *Drosophila melanogaster* ömür uzunluğunda *yellow* alellerinin heterozis etkisinin farklı backroundlarda incelenmesi, Doga Tr. J. of Biol., 15, 98- 109.
- [42] Ünlü, H., (1991b). *Drosophila melanogaster* ömür uzunluğunda *yellow* alellerinin etkisi ve heteroziste alel farklılıklarına bağlı anasal etki, Doga Tr. J. of Biol., 15, 132- 138.
- [43] Ünlü, H., (1991c). *Drosophila melanogaster* ömür uzunluğunda bazı genlerin değişken etkileri, Doga Tr. J. of Biol., 15, 124- 131.
- [44] Ünlü, H., Bozcuk, A. N., (1979a). Genetics of longevity in *Drosophila*. I. The effects of w, m, and f mutant genes in various genotype combinations, Exp. Geront., 14, 117- 124.

- [45] Ünlü, H., Bozcuk, A. N., (1979b). Genetics of longevity in *Drosophila*-II. The effects of homozygous and hemizygous w, m, f, wm, wf, mf and wmf mutant genotypes. *Exp. Geront.*, 14, 125- 132.
- [46] Setsini, E. A., Carlson, J. C., Allsopp, R., (1991). The effects of ambient temperature on life span, lipid peroxidation, superoxide dismutase, and phospholipase A2 activity in *Drosophila melanogaster*, *Experimental Gerontology*, 26, 385 - 395.
- [47] Min, K. J., Tatar, M., (2006). *Drosophila* diet restriction in practice: Do flies consume fewer nutrients? *Mechanisms of Ageing and Development*, 127, 93-96.
- [48] Graves, J. L., Mueller, L. D., (1993). Population density effects on longevity, *Genetica*, 91, 99- 109.
- [49] Kern, S., Ackermann, M., Searns, S. C., Kawecki, T. J., (2001). Decline in offspring viability as a manifestation of aging in *Drosophila melanogaster*, *Evolution*, 55 (9), 1822- 1831.
- [50] Sgro, C. M., Partridge, L., (1999). A delayed wave of death from reproduction in *Drosophila*, *Science*, 286, 2521- 2524.
- [51] Iliadi, K. G., Iliadi, N. N., Boulianne, G. L., (2009). Regulation of *Drosophila* lifespan: Effect of genetic background, sex, mating and social status, *Exp. Gerontol.*, 44, 546- 553.
- [52] Atlı, E., (2010). Bazı çevresel östrojenlerin *Drosophila melanogaster*' de gelişim biyolojisi ve ömür uzunluğu üzerine etkilerinin incelenmesi, doktora tezi, Hacettepe üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- [53] Al- Saffar, Z. Y., Grainger, J. N. R., Aldrich, J., (1996). Temperature and Humidity affecting development, survival and weight loss of the pupal stage of *Drosophila melanogaster*, and the influence of alternating temperature on the larvae, *J. therm. Biol.*, 21 (5/6), 389- 396.
- [54] Foley, P. A., Luckinbill, L. S., (2001). The effects of larval behavior on adult life history features in *Drosophila melanogaster*, *Evolution*, 55 (12), 2493-2502.
- [55] McIntyre, G. S., Gooding, R. H., (2000). Effects of maternal age on larval competitiveness in house flies, *Heredity*, 85, 480- 489.
- [56] Altun, D., (2007). *Usnea longissima* Ach. likeninin *Drosophila melanogaster*' in çeşitli gelişim parametreleri ve ömür uzunluğu üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Erzurum.

Bazı Tekstil Boyalarının *Drosophila Melanogaster*'de Ömür Uzunluğu

[57] Miklow, G.L.C. and Rubin, G.M., (1996). The role of genome project in determining gene function: insight from model organism Cell, 86, 521- 529.

[58] Partridge L., Green, A., Fowler, K., (1987). Effects of egg production and exposure to males on females survival in *Drosophila melanogaster*, J. Insect Physiol., 33 (10), 745- 749.

[59] Yılmaz, M., (2006). *Drosophila melanogaster*'de anasal yaşın yavru döl ömür uzunluğu üzerine etkileri, Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen bilimleri enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

[60] Samis, H. V., Erk, F. C. and Baird, M. B., (1971). Senescence in *Drosophila*. Exp. Geront., 6, 9- 18.