

GIDALARDAKİ KORUYUCU MADDELERİN DROSOPHILA MELANOGASTER'DE (MWHXFLR) ÖMÜR UZUNLUĞUNA ETKİSİ

Rabia SARIKAYA

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, OFMA Eğitimi Böl., Biyoloji Eğitimi Ab. Dalı, Ankara.

Şükran ÇAKIR

Kırıkkale Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kırıkkale.

Kemal SOLAK

G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi, OFMA Eğitimi Böl., Biyoloji Eğitimi Ab. Dalı, Ankara.

Özet

Bu çalışmada, dört gıda katkı maddesinin (sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat) Drosophila melanogaster'de (mwhxflr) ömür uzunluğuna etkisi araştırılmıştır. Deneylerde Drosophila melanogaster'in multiple wing hair ve flare ırkları çaprazlanmıştır. Üçüncü dönem Trans heterozigot larvalara test kimyasalları 75 mM'lık konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Drosophila melanogaster'in (mwh x flr) hayat tablosu verileri değerlendirilmiş ve en düşük ortalama ömür uzunluğu sodyum nitrit uygulanan grupta bulunmuştur. Kimyasallar ömür uzunluğuna etkilerine göre şu şekilde sıralanabilirler: Potasyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrat ve kontrol grubu. Ayrıca tüm gruplardaki deney sonuçları dişi bireylerin erkek bireylerden daha uzun yaşadıklarını göstermektedir. Nitrit içeren uygulama gruplarındaki ortalama ömür uzunluğunun nitrat içeren gruplara oranla daha kısa olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Drosophila melanogaster (mwh X flr), Ömür uzunluğu, Gıda koruyucuları, Yaşlanma*

THE EFFECTS OF FOOD PRESERVATIVES ON THE LONGEVITY OF *DROSOPHILA MELANOGASTER* (MWHXFLR)

Abstract

In this study, the effects of four food preservatives (sodium nitrate, sodium nitrite, and potassium nitrate and potassium nitrite) on the longevity of Drosophila melanogaster were investigated. In the experiments mwh and flr strains of Drosophila melanogaster were hybridized. Third-instars larvae trans-heterozygous were treated of the test compounds at a concentration of 75 mM. Life span data of Drosophila melanogaster (mwh x flr) were evaluated and the lowest mean life span was found to be groups of sodium nitrite. Chemicals used were ranked as potassium nitrite, sodium nitrate, potassium nitrate and control group according to effects of life span. In addition, experimental result show that all of the groups female survived longer than male. The treatment groups which contain nitrite of mean life span was determined shorter than the treatment groups which contain nitrate.

Key Words: *Drosophila melanogaster (mwh X flr), Longevity, Food preservatives, Aging.*

1. Giriş

Antimikrobiyal katkı maddeleri gıdanın işlenmesinden önce yapılan depolamadan, üretim sonrası tüketiciye ulaşana kadar geçen aşamalarda oluşabilecek değişimleri azaltmak yada ortadan kaldırmak amacıyla kullanılır. Antimikrobiyal maddeler olumlu etkilerinin yanında kanserojen olarak da etki gösterirler. Bu açıdan izin verilen gıdaların dışında ve en yüksek kullanım sınırlarının üstünde kullanılmamalıdır.

Mekanizması üzerinde halen bilmediğimiz noktalar olan yaşlanma olayı (Senescence, Aging) “Genetik bir program ile düzenlenen, organizmayı yapısal ve işlevsel değişikliklerle ölüme götüren olayların toplamıdır” şeklinde tanımlanabilir (1). Yaşlanmanın oluşum mekanizması ve bu mekanizma altında yatan sorunları anlamının, ömür uzunluğunun artırılmasının anahtarı olduğuna ilk kez Comfort tarafından değinilmiştir (2). Yaşlanma biyolojisi çalışanlar (Gerontologlar), yaşlanma olayına değişik açılardan yaklaşımda bulunmalarına karşın, yaşlanma sürecinin oluşumu ve nedenleri üzerinde durarak sorunları çözmeye yönelmişlerdir.

Yaşlanma çevresindeki diğer olaylardan soyutlanamaz. Buna rağmen gerontologlar deneysel olarak yaşlanmayı gösterebilmek amacıyla genel bir ilke benimseme gereği duymuşlardır. Bu ilke şöyle özetlenebilir: Eldeki canlının ait olduğu populasyon ile hayat tablosu yapılır, buradaki verilere göre hayatta kalış eğrisi çizilir. Elde edilen eğri dikdörtgensel ise o populasyon yaşlanmaktadır. Eğrinin dikdörtgensel olabilmesi demek, ölüm oranının kronolojik zamana bağlı olarak artması anlamını taşımaktadır (3,4). Hayat tablosu, yaşlanma olayı ve sürecinin ölçülecek biçimde yansımalarıdır. Elde edilen hayatta kalış eğrisinin biçimi, ele alınan popülasyondaki hayatta kalış süresinin yani çevreden soyutlanmayan genetik yapının birlikteliğinden ortaya çıkan ifade şeklidir (5,6).

Bu çalışmada, gıdalarda antimikrobiyal amaçlı kullanılan katkı maddelerinden sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat’ın 75 mM’lık konsantrasyonun *Drosophila melanogaster*’in mwhxflr çaprazının ömür uzunluğuna etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneyleerde kullanılan gıda katkı maddeleri

Ömür uzunluğu deneylelerinde Sodyum nitrat (CAS No: 7631-99-4, %99 saflıkta); Sodyum nitrit (CAS No. 7632-00-0, %99.5 saflıkta); Potasyum nitrat (CAS No. 7757-79-1, %99 saflıkta) ve Potasyum nitrit (CAS No. 7758-09-0, %96 saflıkta) olmak üzere dört farklı gıda katkı maddesi kullanılmıştır ve bu maddeler Sigma (St. Louis, MO, USA)’dan satın alınmıştır.

2.2. *Drosophila* stokları

Deneylelerde kullanılan *Drosophila melanogaster*’in multiple wing hair ve flare ırkları Zürih Üniversitesi Toksikoloji Enstitüsü’nden temin edilmiştir.

2.3. Uygulama

Kullanılan ırklardan 5 günlük *mwh* virjin dişilerle, aynı yaştaki *flr*³ erkeklerinin çaprazlanmasından 3 gün sonra 4'er saat aralıklarla toplanan yumurtalardan trans-heterozigot üçüncü dönem larvalar elde edilmiştir. 72 saatlik F1 dölünün tüm larvalarına kimyasal madde uygulaması yapılmıştır. Deneylerde sodyum nitrat, sodyum nitrit, potasyum nitrat ve potasyum nitrit'in 75 mM'lık konsantrasyonu kullanılmıştır. 1.5 g. ortam 5 ml kimyasal ile sulandırılmış ve 100 larva ortama gömülmüştür. Her kimyasal için işlem üç kez tekrarlanmıştır. Bu ortamda pupadan çıkan sinekler cinsiyet ve fenotiplerine göre; normal kanatlı dişi, normal kanatlı erkek, kırık kanatlı dişi ve kırık kanatlı erkek şeklinde gruplandırılmıştır. Belirtilen fenotiplere sahip bireylerden kimyasalların uygulandığı her grup için sadece normal kanatlı 100 virjin dişi ve 100 erkek ayrılarak diğerleri atılmıştır. Mısır unundan hazırlanan ve Lewis ortamı olarak bilinen besi yeri hazırlanmıştır (7). Besi yeri sıcakken 250 cc'lik kavanozlara dökülmüştür. Kavanozların ağzı kurutma kağıdı ile kapatılarak soğumaya bırakılmıştır. Mama soğuduktan sonra her bir uygulamada ayrılan 100 virjin dişi ve 100 erkek 25'erli gruplar halinde kavanozlara konulmuştur. Deney süresince besinler haftada iki kez tazelenmiştir. Her grup için ölen dişi ve erkek sineklerin sayısı haftada 2 kez mama değişiminde kaydedilmiştir. Aynı şekilde su ile de kontrol deneyleri yapılmıştır. Deneylerin sıcaklık değişiminden etkilenmemesi için uygulamalara mart ayında başlanmış ve tüm deneyler aynı anda sürdürülmüştür.

2.4. Deney koşulları

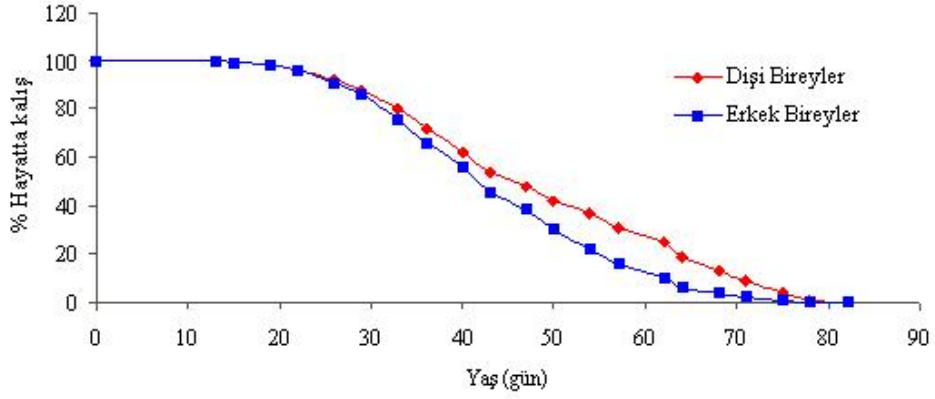
Bütün stok kültürler ve deney sistemleri, % 40-60 bağıl nem, 25 ± 1 °C' sıcaklık ve sürekli karanlık koşulları taşıyan ısıtmalı-soğutmali etüvde tutulmuştur. Sinekler sadece taze besin ortamına aktarılmaları sırasında aydınlığa çıkarılmıştır.

2.5. İstatistik analizler

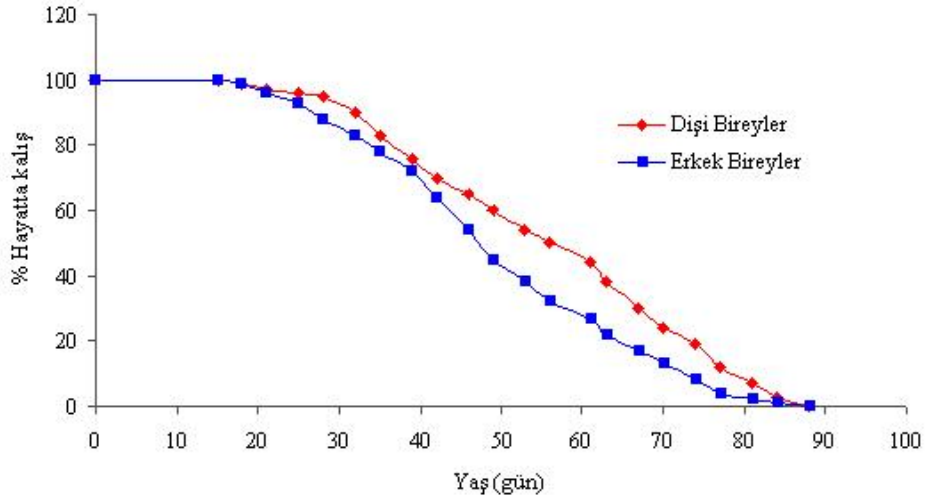
Hayat tablosu verileri değerlendirilerek dört katkı maddesinin 75 mM'lık konsantrasyonu için ortalama ömür uzunluğu değerleri bulunmuştur. Her kimyasal için dişi ve erkek bireyler ile kontrol grubundaki dişi ve erkek bireyler arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız gruplar için t-testi kullanılarak tespit edilmiştir. Ayrıca kullanılan dört katkı maddesinin birbirleriyle ve kontrol grubuyla ömür uzunluğu bakımından karşılaştırılmasında ise ANOVA testi kullanılmıştır. Test sonuçları $p < 0,05$ seviyesinde önemli farklılık olarak değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel hesaplamalarda veriler, SPSS (Ver.11) Paket Programı ile analiz edilmiştir.

3. Sonuçlar ve Tartışma

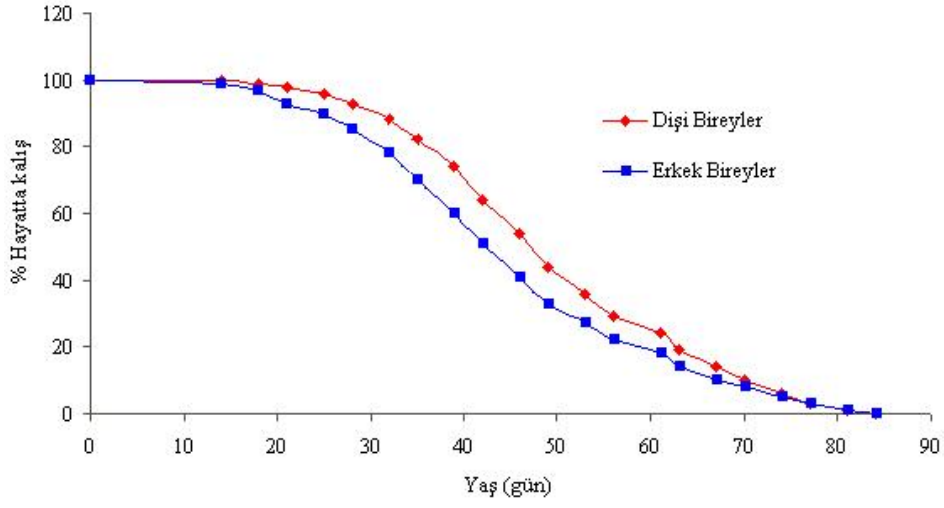
Kimyasalların 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan *Drosophila melanogaster*'in (*mwhxflr*) dişi ve erkek bireylerindeki hayatta kalış eğrileri sodyum nitrit için Şekil 3.1'de; sodyum nitrat için Şekil 3.2'de; potasyum nitrit için Şekil 3.3'de; potasyum nitrat için Şekil 3.4'de ve kontrol grubu için ise Şekil 3.5'de verilmiştir.



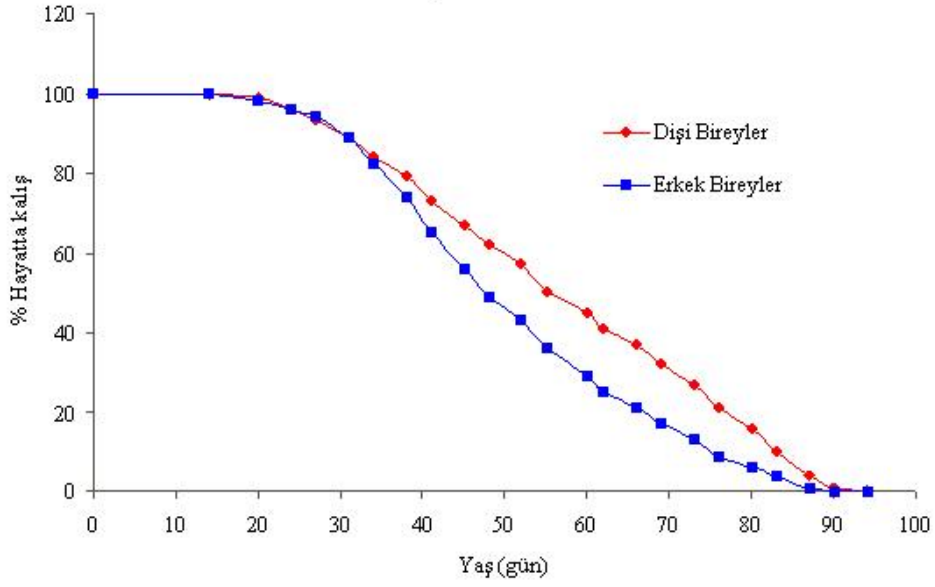
Şekil 3.1. Sodyum nitrit'in 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan dişi ve erkek bireylerde hayatta kalış eğrisi



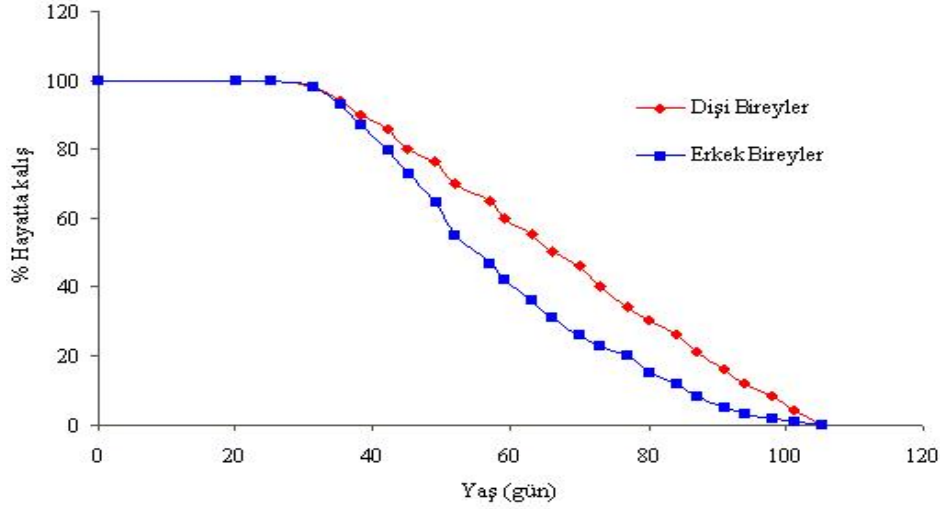
Şekil 3.2. Sodyum nitrat'ın 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan dişi ve erkek bireylerde hayatta kalış eğrisi



Şekil 3.3. Potasyum nitrit'in 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan dişi ve erkek bireylerde hayatta kalış eğrisi



Şekil 3.4. Potasyum nitrat'ın 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan dişi ve erkek bireylerde hayatta kalış eğrisi



Şekil 3.5. Kontrol grubundaki dişi ve erkek bireylerde hayatta kalış eğrisi

Kontrol grubu dahil olmak üzere, tüm deney gruplarında yer alan dişi ve erkek bireyler arasındaki ortalama ömür uzunluğu sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrattan oluşan tüm deney grupları ile kontrol grubundaki dişi ve erkek bireylerin ortalama ömür uzunlukları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($t < 160$; $P < 0,05$). Dişi bireylerin ortalama ömür uzunluğu erkek bireylere oranla daha fazla olup bu fark en bariz kontrol grubunda göze çarpmaktadır.

Tablo 1. Sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat’ın 75 mM’lık konsantrasyonuna maruz bırakılan *Drosophila melanogaster*’de (mwhxflr) deney grupları ile kontrol grubunda yer alan dişi ve erkek bireylerin ortalama ömür uzunluğu bakımından bağımsız gruplar için t-testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen veriler

Grup		N	(\bar{X})	t	p
Sodyum Nitrit	Dişi	100	49,27	2,13	0,035 *
	Erkek	100	44,82		
Sodyum Nitrat	Dişi	100	56,74	2,53	0,012 *
	Erkek	100	50,56		
Potasyum Nitrit	Dişi	100	50,49	2,10	0,039 *
	Erkek	100	45,97		
Potasyum Nitrat	Dişi	100	58,20	2,35	0,020 *
	Erkek	100	52,07		
Kontrol Grubu	Dişi	100	68,43	3,01	0,003 *
	Erkek	100	60,10		

* $t < 160$; $P < 0,05$ ’e göre önemli

Sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat'ın 75 mM'lık konsantrasyonlarından oluşan deney grupları ile kontrol grubu arasında, ortalama ömür uzunluğu bakımından karşılaştırma sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Buna göre; dört deney grubunda da ortalama ömür uzunluğu kontrol grubuna göre daha kısa bulunmuştur. Deney gruplarında tespit edilen ortalama ömür uzunlukları ile kontrol grubunun ortalama ömür uzunluğu arasındaki fark t-testine göre anlamlıdır (Tüm gruplarda $p=0,000$ olarak hesaplanmış olup, fark anlamlıdır).

Tablo 2. Sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat'ın 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan *Drosophila melanogaster*'de (mwhxflr) deney grupları ile kontrol grubunda yer alan bireylerin ortalama ömür uzunluğu bakımından bağımsız gruplar için t-testi ile karşılaştırılması sonucu elde edilen veriler

Grup		N	(\bar{X})	t	p
Sodyum Nitrit	Deney	200	47,05	9,77	0,000
	Kontrol	200	64,27		
Sodyum Nitrat	Deney	200	53,65	5,65	0,000
	Kontrol	200	64,27		
Potasyum Nitrit	Deney	200	48,23	8,98	0,000
	Kontrol	200	64,27		
Potasyum Nitrat	Deney	200	55,14	4,72	0,000
	Kontrol	200	64,27		

* $t < 160$; $P < 0,05$ 'e göre önemli

Katkı maddesi kullanılan tüm uygulama gruplarını birbirleriyle ve kontrol grubu ile ortalama ömür uzunluğu bakımından karşılaştırabilmek için "tek faktörlü varyans analizi" kullanılmış ve sonuçlar Tablo 3 ve 4'de verilmiştir. Buna göre; kontrol grubu ile tüm deney grupları arasında ortalama ömür uzunluğu bakımından anlamlı bir fark vardır ($p=0,000$). Ayrıca ortalama ömür uzunlukları arasındaki fark sodyum nitrat ile sodyum nitrit arasında ($p=0,001$) ve potasyum nitrat ile potasyum nitrit arasında anlamlı ($p=0,001$) bulunurken; sodyum nitrat ile potasyum nitrat arasında anlamsız ($p=0,914$) ve sodyum nitrit ile potasyum nitrit arasında anlamsız ($p=0,961$) bulunmuştur. Nitrit içeren uygulama gruplarındaki ortalama ömür uzunluğunun nitrat içeren gruplara oranla daha kısa olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4'de verilen ANOVA sonuçları, gruplar arasında ömür uzunluğu bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F_{(2-159)} = 3,096$; $P < 0,05$].

Tablo 3. Sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat'ın 75 mM'lık konsantrasyonuna maruz bırakılan *Drosophila melanogaster*'de (mwhxflr) kontrol grubu dahil olmak üzere tüm grupların ortalama ömür uzunluğu bakımından birbirleriyle karşılaştırılması

(I) GRUP	(J) GRUP	Ortalama Fark (I-J)	Anlamlı Fark	Sig.
Sodyum nitrit (A)	Sodyum nitrat (B)	-6,60*	A-B	0,001
	Potasyum nitrit (C)	-1,19	-	0,961
	Potasyum nitrat (D)	-8,10*	A-D	0,000
	Kontrol (K)	-17,22*	A-K	0,000
Sodyum nitrat (B)	Sodyum nitrit (A)	6,61*	B-A	0,001
	Potasyum nitrit (C)	5,42*	B-C	0,016
	Potasyum nitrat (D)	-1,49		0,914
	Kontrol (K)	-10,62*	B-K	0,000
Potasyum nitrit (C)	Sodyum nitrit (A)	1,19	-	0,961
	Sodyum nitrat (B)	-5,42*	C-B	0,016
	Potasyum nitrat (D)	-6,91*	C-D	0,001
	Kontrol (K)	-16,04*	C-K	0,000
Potasyum nitrat (D)	Sodyum nitrit (A)	8,10*	D-A	0,000
	Sodyum nitrat (B)	1,49	-	0,914
	Potasyum nitrit (C)	6,91*	D-C	0,001
	Kontrol (K)	-9,13*	D-K	0,000
Kontrol Grubu (K)	Sodyum nitrit (A)	17,22*	K-A	0,000
	Sodyum nitrat (B)	10,62*	K-B	0,000
	Potasyum nitrit (C)	16,04*	K-C	0,000
	Potasyum nitrat (D)	9,13*	K-D	0,000

*Ortalamalar arası fark 0,05 düzeyinde önemli

Bağımlı Değişken: Ömür

Tablo 4. Sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitrat'ın *Drosophila melanogaster*'de (mwhxflr) ömür uzunluğuna etkisini gösteren ANOVA sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar arası	37576,95	4	9394,24	30,96	0,000
Grup içi	301887,8	995	303,41		
Toplam	339464,8	999			

Sonuç olarak; *Drosophila melanogaster* (mwhxflr) için ortalama ömür uzunluğu en fazla kontrol grubunda (64,27) bulunmuştur. Ayrıca tüm gruplarda dişi bireylerin erkeklere göre daha uzun yaşadıkları saptanmıştır. Deneylerde kullanılan katkı maddeleri arasında, ömür uzunluğunu en çok azaltan maddenin sodyum nitrit olduğu, bunu sırasıyla potasyum nitrit, sodyum nitrat ve potasyum nitrat'ın izlediği tespit edilmiştir.

Ömür uzunluğu deneyleri sonucunda *Drosophila melanogaster* (mwhxflr) için en düşük ortalama ömür uzunluğu ($\bar{X} = 47,05$) sodyum nitrit uygulanan grupta gözlenirken, bunu sırasıyla potasyum nitrit ($\bar{X} = 48,23$), sodyum nitrat ($\bar{X} = 53,65$), potasyum nitrat ($\bar{X} = 55,14$) ve kontrol grubu ($\bar{X} = 64,27$) izlemektedir.

Drosophila 'da cinsiyete bağlı olarak ömür uzunluğu değişim göstermektedir. Bizim çalışmamızda gözleendiği gibi genel olarak erkekler dişilere göre daha kısa ömürlüdür (8). Benzer şekilde bu çalışmada sodyum nitrit, sodyum nitrat, potasyum nitrit ve potasyum nitratın oluşan tüm deney grupları ile kontrol grubundaki dişi ve erkek bireylerin ortalama ömür uzunlukları arasında anlamlı bir farklılık vardır ($t < 160$; $P < 0,05$).

Drosophila melanogaster'de geroprotektörlerle yaşlanmanın ertelenmesine yönelik bir çalışmada ortalama ömür uzunluğu değerlerinin 32 ile 69 gün arasında değiştiği saptanmıştır (9).

Koç, *Drosophila melanogaster* ile yaptığı çalışmada aynı sıcaklıkta aynı besin tipiyle beslenen fakat farklı fotoperiyot şartlarına maruz kalan bireylerde metabolik hızın farklı olduğunu ve bunun da ömür uzunluğunu etkilediğini belirtmiştir (10). Bu çalışmada ise deneylerde kullanılan *Drosophila melanogaster* bireyleri sadece besin değişimi sırasında transfer edilirken etüvden dışarıya çıkarılmış olup 24 saat karanlık etüv ortamında bekletilerek aydınlanmanın ömür uzunluğuna etkisi giderilmeye çalışılmıştır.

Drosophila melanogaster'de yumurtlama olayının ömür uzunluğunu olumsuz etkilediği ve steril dişilerin steril olmayanlardan daha uzun yaşadığı tespit edilmiştir (11). *Drosophila melanogaster* ile yapılan başka çalışmalarda erken çifleşme ve erken yumurtlamanın ömür uzunluğunu azalttığı belirlenmiştir (12,13,14). Ayrıca anasal yaşın ömür uzunluğuna etkisi olduğu da bilinmektedir. Bu nedenle bu araştırmada daha önce

çiftleşmemiş ve aynı yaştaki dişi ve erkek bireylerin eşleştirilmesi sonucu elde edilen larvalara katkı maddeleri uygulanmıştır. Uygulama sonucunda pupadan çıkan sinekler de dört saat aralıkla toplanarak çiftleşmeleri engellenmiştir. Ömür uzunluğu deneylerinde kullanılan tüm bireyler daha önce çiftleşmediğinden popülasyonun sayıca takibinde de hata olmamıştır.

Yapılan çalışmalar besin çeşidinin *Drosophila*'da ömür uzunluğunu etkilediğini göstermektedir. *Drosophila*'da çok düşük derişimlerde (%1) agar içeren besin ortamlarında gelişimin normal olduğu ve ölüm hızının düşük düzeyde kaldığı ancak erginlerin hemen hemen hiç yumurta bırakmadıkları ve uzun yaşamadıkları bildirilmektedir. Oysa %8'lik derişimde erkeklerin en uzun yaşadıkları ve eşeyler arasındaki ömür uzunluğunda en az farklılığın ortaya çıktığı ileri sürülmektedir (15). *Drosophila*'da sadece şekerli dietin ölüm oranını artırdığı ancak yumurtlamayı azalttığı; bira mayası oranı fazla artırıldığında ise ölüm oranı ve yumurtlamanın arttığı tespit edilmiştir (16). *Drosophila*'da beslenme hem erkek ve dişi bireylerin ömür uzunluğunu hem de yumurtlama verimini etkilemektedir (17). Bundan dolayı bu çalışmada deney süresince standart Lewis besi ortamı kullanılmıştır. Bu ortamda kullanılan şeker, bira mayası, agar, mısır unu miktarları belli olup ortam standarttır.

Pearl, yaşlanma olaylarının kimyasal reaksiyonlar gibi sıcaklığa bağlı olduğunu belirtmiştir (3). *Drosophila* ile yapılan deneyler de bu görüşü desteklemektedir (18). *Drosophila*'nın yüksek sıcaklıkta kısa ömürlü oluşunu basit olarak bu sıcaklıkta daha aktif olmalarına ve yüksek metabolizma hızına bağlanmaktadır (3). Economus ve Lints, *Drosophila* dişi ve erkek bireyleri için optimum sıcaklık aralığının 16-29 °C olduğunu, 12 °C'nin altında ve 32,5 °C'nin altında ve üstünde ölüm miktarının aniden arttığını belirtmişlerdir (19). Bu çalışmada stoklar ve deney grupları deneyler süresince 25 ± 1 °C ve %40-60'lık nem ortamında soğutmalı etüvde tutulmuştur. Böylelikle sıcaklığın ömür uzunluğuna etkisi standart hale getirilmiştir. Fred ve Timothy, 10 *Drosophila* popülasyonu ile yaptıkları çalışmada bira mayalı besi ortamında metabolik artıkların olmaması halinde ömür uzunluğunun arttığını tespit etmişlerdir. Dolayısıyla besi ortamının sık sık yenilenmesi ömrü artırıcı etki yapmaktadır (20). Katkı maddeleriyle yapılan bu çalışmada da tüm gruplarda yer alan sineklerin besi ortamı haftada iki kere aynı günlerde değiştirilerek metabolik artıkların ortamdaki uzaklaşması sağlanmıştır.

Katkı maddelerinin; gıdaların besleyici değerini korumak, özel diyetle beslenmesi gereken tüketiciler için hazırlanan gıdaların bileşiminde yer almak, gıdaların dayanıklılığını sağlamak veya gıdanın yapısını tüketiciyi aldatacak şekilde değiştirmeden duyuşal özelliklerini düzeltmek, gıda işleme, hazırlama, nakil veya depolama aşamalarında yardımcı olmak gibi amaçlarla kullanılmaları, ancak teknolojik ve ekonomik açıdan uygun bulunmaları ve sağlığa zarar vermeyecek nitelikte olmaları durumunda mümkün olmalıdır.

Kaynaklar

1. Bozcuk, A.N., (1981). Genetics of Longevity in *Drosophila* V. The specific and hybridised effects of rolled, speia, ebony and eyeless autosomal mutants, *Experimental Gerontology*, 16:415-427.
2. Comfort, A., (1966). The prevention of aging in cells, *The Lancet*, 17: 1325-1329.
3. Pearl, R. and Miner, J.R., (1935). Experimental studies on the duration of life XIV: The comparative mortality of certain lower organism, *Quart. Rev.Biology*, 10: 60-79.
4. Comfort,A., (1964). *Aging: Biology of Senescence*, Routledge and Kegan, Paul, London.
5. Maynard-Smith, J., (1966). *Theories of Aging*, Topics in the biology of Aging, Wiley and Sons, New York, 1-27.
6. Hayflich, L., (1980). The cell biology of human aging, *Scientific American*, 422: 42-49.
7. Bozcuk, A.N. (1976). *Drosophila melanogaster* (Diptera: Drosophilidae) yaşlanması ve Orgel hipotezi üzerine araştırmalar” Doçentlik tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
8. Curtsinger, J.W. (2002). Sex specificity, life-span and statistical power, *Journals of Gerontology Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 57 (12): B409-414.
9. Nalçacı, O.B. (1984). Yaşlanma olayının *Drosophila*'da geroprotektörlerle ertelenmesi üzerine araştırmalar, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
10. Koç, Y. (1998). Fotoperiyot ve besin çeşidinin *Drosophila melanogaster*'in gelişim süresi, ergin hayat süresi, verim ve eşey oranına etkisi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
11. Ueyama, M. And Fuyama, Y. (2003). Enhanced cost of mating in female sterile mutants of *Drosophila melanogaster*, *Genes & Genetic Systems*, 78 (1): 29-36.
12. Prowse, N., and Partridge, L. (1997). The effects of reproduction on longevity and fertility in male *Drosophila melanogaster*, *Journal of Insect Physiology*, 43(6):501-512.
13. Arking, R., Buck, S., Novoseltsev, V.N., Hwangbo, D.S. and Lane, M. (2002). Genomic plasticity, energy allocations, and the extended longevity phenotypes of *Drosophila*, *Ageing Research Reviews*, 1 (2): 209-228.
14. Novoseltsev, V.N., Novoseltseva, J.A., Boyko, S.I. and Yashin, A.I. (2003). What fecundity patterns indicate about aging and longevity: Insights from *Drosophila* studies, *Journals of Gerontology Series A-Biological Sciences and Medical Sciences*, 58 (6): 484-494.

15. David, J., Van Herrewege, J. and Fouillet, P., (1971). Quantitative under feeding of *Drosophila* effects on adult longevity and fecundity, *Experimental Gerontology* 6, 249-257.
16. Good, T.P. and Tatar, M. (2001). Age-specific mortality and reproduction respond to adult dietary restriction in *Drosophila melanogaster*, *Journal of Insect Physiology*, 47 1467-1473.
17. Carey, J.R., Liedo, P., Harshman, L., Zhang, Y., Muller, H.G., Partridge, L. and Wang, J.L. (2002). Life history response of Mediterranean fruit flies to dietary restriction, *Aging Cell*, 1 (2): 140-148.
18. Norry, F.M. and Loeschcke, V.R. (2002). Longevity and resistance to cold stress in cold-stress selected lines and their controls in *Drosophila melanogaster*, *Journal of Evolutionary Biology*, 15 (5): 775-783.
19. Economus, A.C. and Lints, F.A. (1986). Developmental temperature and life span in *Drosophila melanogaster*, *Gerontology*, 32 (1): 18-27.
20. Fred, H. and Timothy, J.B. (1997). An analysis of resource allocation in response to dietary yeast in *Drosophila melanogaster*, *Journal of Insect Physiology*, 43(8): 779-788.