

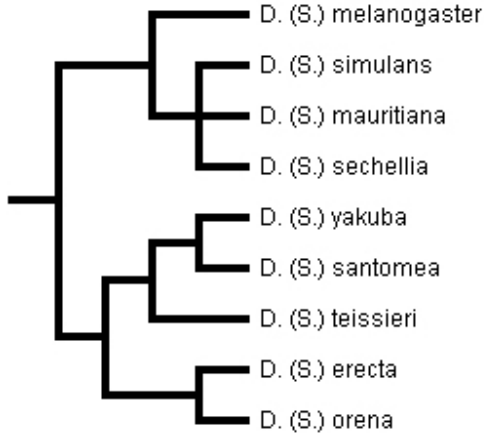
# AYNI COĞRAFİK BÖLGEYE AİT İKİ KARDEŞ (SİBLİNG) *DROSOPHILA* TÜRÜNÜN GELİŞİM SÜRELERİNİN KALORİK KISITLANMAYA BAĞLI DEĞİŞİMİNİN ANALİZİ

ÖNDER, B.Ş., YILMAZ, M., BOZCUK, A.N.

Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü Genel Biyoloji ABD, 06800 Beytepe/Ankara.

## GİRİŞ

*Drosophila melanogaster* ve *Drosophila simulans* morfolojik olarak birbirine çok benzeyen ve ancak erkek genital organlarına bakarak ayırt edilebilen kardeş (sibling) türlerdir. Filogenetik çalışmalarla ortaya konulduğu üzere bu iki kardeş tür yaklaşık 2.5 milyon yıl önce birbirlerinden ayrılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. *Drosophila melanogaster* alt grubuna ait filogenetik ağaç.

Bu iki tür arasında çiftleşme gerçekleşmekte ancak, çiftleşme sonrası (post mating) izolasyon meydana gelmektedir. *D. melanogaster* dişleriyle *D. simulans* erkekleri çiftleştiğinde kısır yaşayabilir dişi ve yaşayamayan erkek melezler meydana gelirken, resiprokalinde kısır yaşayabilir erkek ve yaşayamayan dişi melezler meydana gelir (Powell, J.R., 1997). *D. simulans*, aynı zamanda *D. mauritiana* ve *D. sechellia* türleriyle de kardeş türdür ve genetik uzaklık açısından bu iki türe *D. melanogaster*'e göre olduğundan daha yakındır. *D. simulans*'ın bu iki türle oluşturduğu melezlerin hepsi yaşayabilir kısır bireylerdir. Bu özelliklerinden dolayı *D. simulans*, türleşme çalışmalarında çok önemlidir.

*Drosophila*'da çalışılan yaşam öyküsü karakterleri türler arasında önemli derecede çeşitlilik (varyasyon) göstermektedir. Bu karakterlerden özellikle iki tanesi – [gelişim süresi](#) ve üreme olgunluğuna erişme yaşı – oldukça önemlidir (Van Der Linde, K., Sevenster, J. G., 2006, Markow, T.A., 2006). Çalışılan 198 *Drosophila* türünde gelişim süresinin 8 ve 24 gün arasında değiştiği görülmüştür. Bu farklılık bize hem bu türlerin evrimsel ilişkilerini yansıtmakta hem de farklı coğrafik ve ekolojik dağılımlarını vermektedir (Markow, T.A., 2006).

Yaşam öyküsü karakterleri, hem genetik hem de çevresel faktörlerle etkilenen kantitatif özelliklerdir. Çevresel faktörler arasında sıcaklık, radyasyon, larval yoğunluk, **besin rejimi**, ışık gibi faktörler sayılabilir. Besin rejimi, uzun yıllardan beri farklı organizmalarda etkisi çalışılan bir çevresel faktördür. *Drosophila*'da yapılan çalışmalarda, **besin rejimi değişkenliğinin** ömür uzunluğunda artışa, ölüm oranında azalmaya ve yumurta veriminde önemli derecede düşüşe neden olduğu bulunmuştur (Chippindale, A.K., et al.,1993). Ancak besin rejimindeki değişikliklerin gelişim zamanı üzerine olan etkisi bilinmemektedir. Biz bu çalışmada *Drosophila*'nın aynı coğrafi bölgeden toplanan iki türünün 4 farklı besin rejimine tepkisini önemli bir yaşam öyküsü karakteri olan gelişim zamanını ölçerek araştırdık.

## MATERYAL VE METOD

Edirne bölgesinden Eylül 2006'da toplanan *D. melanogaster* ve *D. simulans* soyları kullanılmıştır. Populasyonlar 25<sup>0</sup>C, %60 bağıl nem ve 12:12 saat karanlık aydınlık döngüsünde sabitlenmiş olan bölümümüzdeki *Drosophila* kültür odasında tutulmaktadır.

**Besin rejimleri:** Biri kontrol olmak üzere toplam 4 farklı besin rejimi kullanılmıştır. Bu besin rejimlerinde **şeker** (sukroz) karbonhidrat kaynağı, **maya** ise protein kaynağı olarak kabul edilmiştir. Normal ve kısıtlı besin rejimlerine ait bileşenlerin oranları Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Besin rejimleri bileşenlerine ait veriler. (1000 ml su içeren besiyeri için)

Besin Grubu	Şeker(gr)	Bira mayası(gr)
1KH+1PRO(Kontrol)	94	19
½ KH + 1 PRO	47	19
1 KH + ½ PRO	94	9,5
½ KH + ½ PRO	47	9,5

KH: Karbonhidrat, PRO: Protein

**Gelişim zamanı ölçümleri:** Gelişim zamanının ölçülmesi için öncelikle her türe ait bireyler yumurta toplanmak üzere yumurtlama kaplarına alınmıştır. Yumurta toplama işleminde standart besiyeri

kullanılmıştır. Her kontrol ve uygulama tüpüne toplam 50 yumurta konularak her grup için 5 tekrarlı olarak deney kurulmuştur. Gelişim süresi tüplerin her 4 saat de bir incelenmesiyle kaydedilmiştir.

**Grup (tür) içi ve gruplar (türler) arası** karşılaştırmalar, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ardından gerçekleştirilen *t*-testleri (paired sample *t*-test) kullanılarak yapılmıştır (SPSS 11.0).

## BULGULAR

Dört farklı besin rejimine bağlı olarak *D. melanogaster* ve *D. simulans* kardeş türleri arasındaki farkların anlam dereceleri, her bir grupta izlenen toplam pupa sayısı, ortalama pupasyon süreleri ve her besin rejimine ait varyasyon katsayıları Tablo 2’de verilmektedir. Bu verilere göre, iki türün kendi içindeki besin rejimlerine gösterdikleri tepkiler arası fark genelde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. İki türün aynı besin rejimindeki pupasyon süreleri arasındaki fark da, biri hariç ( ½ KH + ½ PRO) , istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

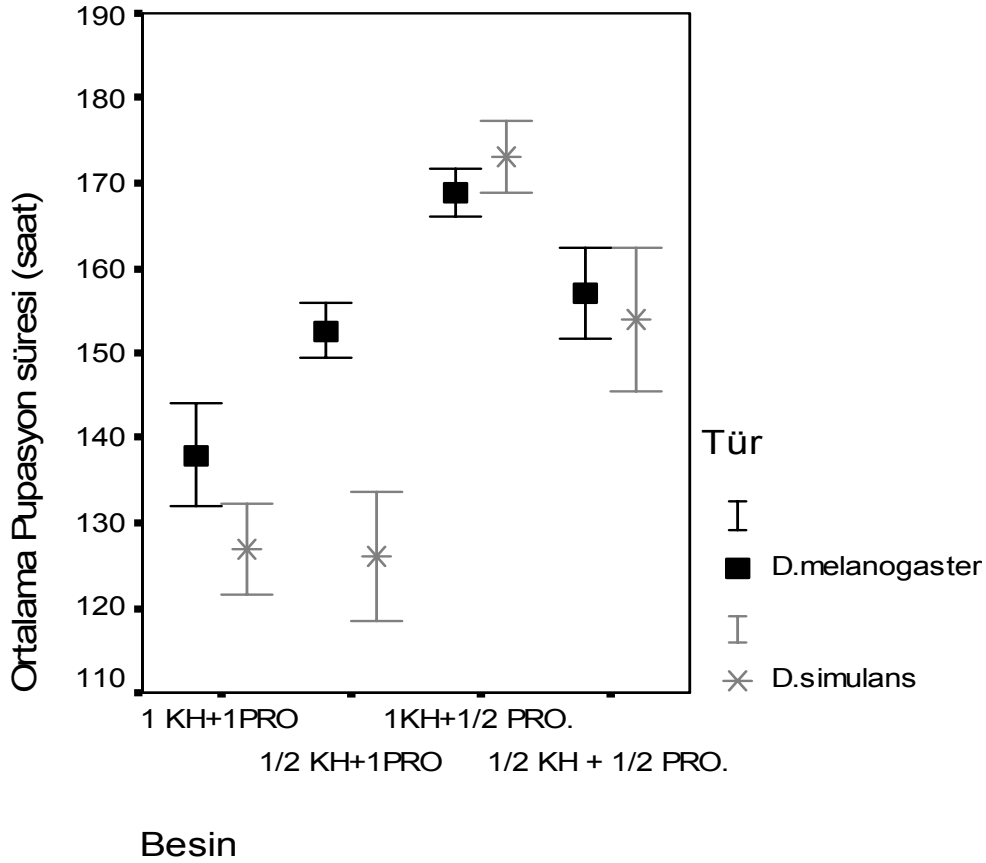
Tablo 2. Besin rejimi farklılıklarına bağlı olarak *D. melanogaster* ve *D. simulans*’a ait ortalama pupasyon süreleri.

Grup No	Grup İsmi	Toplam Pupa Sayısı	Ortalama Pupasyon Süresi (saat) ± S.H.	Varyasyon katsayısı (%)	Grup (tür) içi karşılaştırmalar <sup>a</sup>	Gruplar (türler) arası karşılaştırmalar
1	<i>D.melanogaster</i> 1 KH + 1 PRO	218	138,01 ± 2,19	3,56	1-2* 1-3*	1-5* 2-6*
2	<i>D.melanogaster</i> ½ KH + 1 PRO	204	152,65 ± 1,20	1,76	1-4* 2-3*	3-7*
3	<i>D.melanogaster</i> 1 KH + ½ PRO	211	168,93 ± 0,99	1,39	3-4* 5-7*	
4	<i>D.melanogaster</i> ½ KH + ½ PRO	232	157,07 ± 1,95	2,77	5-8* 6-7*	
5	<i>D. simulans</i> 1 KH + 1 PRO	242	126,96 ± 1,90	3,35	6-8* 7-8*	
6	<i>D. simulans</i> ½ KH + 1 PRO	224	126,06 ± 2,77	4,91		
7	<i>D. simulans</i> 1 KH + ½ PRO	185	173,07 ± 1,55	1,99		
8	<i>D. simulans</i> ½ KH + ½ PRO	192	153,93 ± 3,09	4,18		

KH: Karbonhidrat, PRO: Protein, S.H.: Standart Hata.

\*P<0.05 seviyede önemlidir. <sup>a</sup>: Yalnız anlamlı olan karşılaştırma sonuçları verilmiştir.

Kardeş türlerin her bir besin rejimindeki ortalama pupasyon sürelerinin %95 güven aralıklarının gösterildiği Şekil 2 incelendiğinde **iki türün de hemen hemen aynı örüntüye sahip olduğu** görülmektedir. Bununla birlikte, *D. simulans*'ın verdiği fenotipik (ortalama pupasyon süresi ) yanıtın *D. melanogaster*'e göre daha değişken olduğu gözlenmiştir (Çizelge 2, Varyasyon Katsayısı).



Şekil 2. Saat olarak ortalama pupasyon sürelerinin iki tür için %95 güven aralıkları.

## TARTIŞMA

Aynı coğrafi bölgeden (Edirne), aynı zaman diliminde toplanan *D. melanogaster* ve *D. simulans* türlerinin dört farklı besin rejimindeki gelişim süreleri izlenmiştir. Kantitatif genetik bir karakter olan yaşam öyküsü karakterlerinin türler arasında önemli derecede farklılık gösterdiği bilinmektedir. Bu farklılık, evrimsel açıdan farklı genetik yapıya sahip türlerin çevre ile girdiği etkileşim farkından da kaynaklanmaktadır.

Bu çalışmadaki [temel hipotez](#); söz konusu iki türün aynı çevreden gelmiş olmalarına karşın, sahip oldukları farklı evrimsel geçmişler nedeniyle, besin rejimi değişkenliğine farklı yanıtlar vereceğidir.

Elde edilen sonuçlar ve işaret ettiği noktalar şöyle özetlenebilir:

1. Her bir türün besin rejimine gösterdiği fenotipik (gelişim süresi) yanıt baz alındığında, her iki türün de genel olarak benzer örüntü gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu durum; *D.melanogaster* ve *D.simulans*'ın arasındaki yakın akrabalık ilişkisi çerçevesinde her iki türün besin rejimi değişkenliğine benzer yanıt vermesiyle ilişkilendirilebilir. İki tür arasında, iki türün son ortak atalarından bu yana yeterli zaman geçmediği için, bu fenotipik yanıt açısından fazla genetik farklılaşma olmamış olabilir.
2. Bununla birlikte, çalışmamız iki tür arasındaki bazı önemli farklılıkları da bulgulamıştır: *D. melanogaster*'de besin rejimindeki her türlü kısıtlama (1/2 KH, 1/2 Pro, 1/2 KH + 1/2 Pro) gelişim süresinin kontrol grubuna (standart besiyeri içeren) göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra *D. simulans*'da da hemen hemen aynı etki gözlenmekle birlikte, kontrol grubuna göre sadece karbonhidrat kısıtlamasının gelişim süresi üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Literatürdeki mevcut bulgularda görüldüğü üzere (Markow, T.A., 2006) *D.simulans* *D. melanogaster*'e göre daha kısa bir gelişim süresine sahiptir. Bu çalışmada da gerçekten kontrol, karbonhidrat ve karbonhidrat + protein kısıtlı besiyerlerinde gelişimin *D. simulans*'da aynı özellikteki besiyerlerinde gelişen *D.melanogaster*'lere göre daha kısa sürede tamamlandığı gözlenmiştir. Karbonhidrat kısıtlaması uygulandığında *D. melanogaster*'in gelişim süresi standart besine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzamaktadır. *D. melanogaster*'in protein kısıtlı ortamda da gelişim süresi kontrole göre anlamlı derecede uzamakta olmasına rağmen, *D. simulans*'a göre besindeki karbonhidrat miktarına karşı daha duyarlı olduğu görülür.

Ancak çarpıcı bir şekilde, *D. simulans*'da gelişim süresi tek başına protein kısıtlamasıyla *D. melanogaster*'e göre göreceli olarak ve önemli derecede uzamıştır. Bu sonuç, *D. simulans*'ın gelişiminin *D. melanogaster*'e göre, besin rejimindeki protein miktarına daha bağımlı olduğunu düşündürmektedir. Karbonhidrat kısıtlamasına *D. simulans*'ın gelişim süresi tepkisinin kontrole göre neredeyse aynı olması bu düşünceyi kuvvetlendirmektedir.

Besin rejiminde, hem karbonhidrat hem de protein (1/2 KH + 1/2 PRO) kısıtlaması her iki türde aynı tepkiyi vermektedir. Şaşırtıcı bir şekilde, gelişim süresi tek başına protein-kısıtlı besiyerindeki kadar uzamamakla birlikte, kontrol ve tek başına karbonhidrat-kısıtlaması uygulandığı gruplar kadar da kısalmamaktadır. Karbonhidrat ve protein kısıtlamasında gözlenen gelişim süreleri neredeyse tek başına karbonhidrat ve tek başına protein-kısıtlı ortamlarda gelişen bireylerin gelişim sürelerinin ortalamasını vermektedir. Burada, çevresel stres diğer besin rejimlerine göre daha yüksek olduğundan kümülatif bir etki beklenmesine rağmen bunun tersi bir sonuç alınması, artan strese karşı popülasyonların daha başarılı bir uyum gösterebildiğini akla getirmektedir. Daha sonraki çalışmalarla besin kısıtlamasına bağlı olarak gelişimi etkileyen biyokimyasal süreçler daha ayrıntılı çalışılarak konuya açıklık getirilebilir.

3. Çalışmamızın bir başka önemli sonucu, iki türün yaklaşık olarak aynı örüntüyü vermelerine karşın, besin kısıtlamasına verilen fenotipik yanıtın *D.simulans* popülasyonunda daha değişken nitelikte olmasıdır. Bu durum, *D.simulans*'ın genellikle daha büyük varyasyon katsayılarına sahip olması (Tablo 2) ve yine *D.simulans*'ta ortalama pupasyon sürelerinin %95 güven aralıklarının çarpıcı biçimde geniş olmaları (Şekil 2) ile de sergilenmektedir. Bu durum, *D.simulans*'ın besin kısıtlamasına pupasyon süresi değişkenliği biçiminde verdiği fenotipik yanıtla ilişkin dar anlamlı-kalıtıllığın daha yüksek olduğuna işaret edebilir. Bir başka deyişle, *D. melanogaster* yanıtının kalıtıllığı-doğal seçim baskısının ilgili karakter açısından bu türde daha güçlü olması yüzünden-daha düşük düzeyde olmaktadır denebilir. Bu varsayım, bu çalışmaya dahil edilmeyen bir başka *D.melanogaster*-*D.simulans*

populasyon çiftinin de benzer sonucu vermesi nedeniyle, deney hatasından ya da populasyon özgülüğünden kaynaklanmayan önemli bir türler-arası kantitatif genetik farka işaret ediyor olabilir. Bu yöndeki çalışmalarımız devam etmektedir.

**Sonuç olarak;** 2.5 milyon yıl önce gerçekleşen tür ayrılmasının bir sonucu olarak ortaya çıkan genetik uzaklaşmanın, iki kardeş türün gösterdikleri yaşam öyküsü karakterleri bakımından farklılıklara yol açtığı görülmektedir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, her iki türün aynı bölgeden toplanmış olmasına rağmen farklı besin ortamlarına verdikleri tepkiler muhtemel bir besin tercihi farklılığına dayanmaktadır. Bu da evrimsel süreç içerisinde her iki türün sahip oldukları farklı genetik altyapı nedeniyle farklı adaptasyonlar gerçekleştirmiş olmalarıyla açıklanabilir.

**Kaynaklar:**

- 1-Van Der Linde, K., Sevenster, J. G., 2006, Local adaptation of developmental time and starvation resistance in eight *Drosophila* species of the Philippines, *Biol. J. Linn. Soc.*, vol. 87, no.1, pp. 115-125.
- 2-Powell, J.R., 1997, Progress and Prospects in Evolutionary Biology The *Drosophila* Model, Oxford Uni. Press ,New York, ABD.
- 3-Markow, T.A., 2006, *Drosophila* : A Guide to species identification and use, Elsevier.
- 4- Chippindale, A.K., et al., 1993, Phenotypic plasticity and selection in *Drosophila* life-history evolution. I. Nutrition and the cost of reproduction, *J.Evo. Biol.*, (6), 171.