

# İklim değişikliği ve bir step hayvanı olan Anadolu yer sincabı -2

## İklim değişikliği Anadolu yer sincabını nasıl etkiliyor?



Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının içinde bulunduğumuz buzullararası dönemdeki daralması, özellikle fosil yakıt kullanımındaki artış durdurulamazsa, 21. yüzyılın sonuna kadar özellikle İç Anadolu'nun büyük bir kesiminde düşük rakımlardaki biyoiklimsel olarak uygun alanların kaybolması ile hızla devam edecek gibi görünüyor.

### Hakan Gür

Ahi Evran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kırşehir  
hakangur.ecology@gmail.com

**B**u bölümde, ekolojik niş modellemesi ve moleküler filocoğrafya yaklaşımları kullanılarak, iklim değişikliğinin step ve alpin çayırlarda yaşayan Anadolu yer sincabını (*Spermophilus xanthoprimum*; Şekil 1) nasıl etkilediği/etkileyeceği incelenmiştir. Yani, geçmiş anlamak ve geleceği öngörmek için, bu iki farklı yaklaşımın nasıl kullanılabilceğinin bir örneği üzerinde durulmuştur (geçmiş anlamakla ilgili bilgiler temel olarak Gür [2013]'e, geleceği öngörmekle ilgili bilgiler ise yayınlanmamış sonuçlara dayanır).

Anadolu yer sincabı, İç ve Doğu Anadolu, komşu Ermenistan ve kuzeybatı İran'ın step ve alpin çayırlarında yaşayan (toprak altında uyuyan ve kışı geçiren, toprak üstünde ise beslenen) gündüzcül ve kış uykusuna giren bir sincap türüdür (Şekil 1, 2). Hem Batı Toros Dağları'nın batısında hem de Orta Toros Dağları'nın doğusunda ve özellikle de Çukurova'da yer sincabı popülasyonlarının varlığı doğrulanmalı ve eğer doğrulanırsa, sistematik/biyocoğrafi olarak açıklanmalıdır (Şekil 2). Anadolu yer sincabı, çoğunlukla mart ayından eylül ayına kadar aktiftir ve diğer ayları kış uykusunda geçirir. Kurak koşullara hayli hoşgörülü olmanın yanında, aynı zamanda soğuk mevsimsel koşullara da hoşgörülüdür (Gür and Kart Gür 2005; Kart Gür et al. 2009; Kart Gür and Gür 2010, 2015).

Geç Kuvaterner buzul buzullararası döngüleri boyunca gerçekleşen iklim değişiklikleri, türlerin

coğrafi dağılımı ve genetik yapısını etkiler (Hewitt 1996, 1999, 2000, 2004). Türler, bu iklim değişikliklerine göre, coğrafi dağılımını döngüsel bir şekilde genişletir veya daraltır. Bir türün bir buzul buzullararası döngüsü boyunca dağılım gösterdiği coğrafi bölge veya bölgeler (ki bu bölgeler, türün coğrafi dağılımındaki maksimum daralmayı temsil eder), Kuvaterner sığınakları olarak tanımlanır. Genel olarak üç tip sığınaktan söz edilebilir: buzul sığınakları, buzullararası sığınaklar ve okyanussal-kıtasaal gradiyent. Aslında bu sığınak tipleri, türlerin buzul buzullararası döngülere genel olarak nasıl yanıt vereceğini (coğrafi dağılımın ne zaman ve hangi coğrafi bölgeye daralacağını) tanımlar (Stewart et al. 2010).

Buzul sığınaklar, ılıman kuşak türlerinin (örneğin, sarı boyunlu orman faresi, *Apodemus sylvaticus*; su sıçanları, *Arvicola* spp.; çayır çekirgesi, *Chorthippus parallelus*; küçük beyaz dişli böcekçil, *Crocidura suaveolens*; kirpiller, *Erinaceus* sp.; meşeler, *Quercus* spp.; semenderler, *Triturus* spp.; bozayı, *Ursus arctos*) coğrafi dağılımının buzul dönemlerde genel olarak güneydeki coğrafi bölgelere (güney sığınakları) daralmasını ifade eder. Bu buzul sığınaklar, genel olarak Güney Avrupa'da konumlanmıştır (Stewart et al. 2010). Bu açıdan, Anadolu'nun ılıman kuşak türleri için buzul sığınak rolü daha iyi anlaşılmalıdır (Anadolu ile ilgili genel bir değerlendirme).

dirme için, bkz. Bilgin 2011 ve örnek bir çalışma için, bkz. Perктаş et al. 2015a). Ayrıca, buzul sığınaklarının bazı ılıman kuşak türleri (örneğin, altın otu, *Asplenium ceterach*; parmaksaz, *Carex digitata*; kırmızı sırtlı fare, *Clethrionomys glareolus*; orman böcekçili, *Sorex araneus*) için beklenenden daha kuzeyde olduğu gösterilmiştir (kriptik kuzey sığınakları, Stewart et al. 2010).

Buzullararası sığınaklar, soğuşa uyum sağlayan türlerin (örneğin, kutup tilkisi, *Alopex lagopus*; lemmingler, *Dicrostonyx* spp. ve *Lemmus* spp.; misk sığırı, *Ovibus moschatus*; Ren geyiği, *Rangifer tarandus*) coğrafi dağılımının buzullararası dönemlerde genel olarak kuzeydeki coğrafi bölgelere (polar-kuzey sığınakları) daralmasını ifade eder. Ayrıca, buzullararası sığınakların soğuşa uyum sağlayan bazı türler (örneğin, bodur huş, *Betula nana*; bir mübarekotu türü, *Dryas octopetala*; bir kınkanatlı böcek türü, *Helophorus lapponicus*; kaya kar tavuğu, *Lagopus mutus*; kutup tavşanı, *Lepus timidus*) için beklenenden daha güneyde olduğu gösterilmiştir (kriptik güney sığınakları, Stewart et al. 2010).

Türlerin buzul buzullararası dönemlere yanıtında bugüne kadar sıklıkla göz ardı edilen bir diğer biyo-coğrafi boyut, okyanussal-kıtasal gradiyenttir. Okyanussal daha nemli ve daha az mevsimsel iklime, kıtasal ise daha kurak ve mevsimsel iklime uyumu belirtir. Bu gradiyent, kuzey ve güney sığınakların enlemsel konumlanmasının tersine, sık-

lıkla boylamsal konumlanır. Böylece, kıtasal uyum sağlayan türlerin coğrafi dağılımının buzullararası dönemlerde genel olarak kıtanın iç kesimlerine doğru doğudaki coğrafi bölgelere (kıtasal sığınaklar), okyanussal uyum sağlayan türlerin ise coğrafi dağılımının buzul dönemlerde genel olarak kıtanın dış kısımlarına doğru batıdaki coğrafi bölgelere (okyanussal sığınaklar) darılması beklenir. Ilıman kuşak türleri için kriptik kuzey sığınakları ve soğuşa uyum sağlayan türler için kriptik güney sığınaklarına benzer bir olgu, boylamsal bir ekseninde gerçekleşir (örneğin, kıtasal sığınakların kıtasal uyum sağlayan bazı türler için [örneğin, yalancı iğde, *Hippophae rhamnoides*; güney huş faresi, *Sicista subtilis*] beklenenden daha batıda olması gibi, Stewart et al. 2010). Stewart et al. (2010), fosil kayıtları ve modern coğrafi dağılımların karşılaştırılmasına dayanarak, yer sincapları (*Spermophilus* spp.), bozkır antilopu (*Saiga tatarica*), ışıklı veya cüce tavşanlar (*Ochotona* spp.) gibi bazı Avrasya memeli türlerinin bugün Palaeartik'te daha sınırlı bir kıtasal dağılıma sahipken, son buzul dönemde Britanya Adaları'na kadar uzanan daha geniş bir dağılıma sahip olduğunu belirtmiş; ancak bu kıtasal örüntü ile ilgili herhangi bir filocoğrafi çalışmanın olmadığını da eklemiştir (Gür [2013], bu açıdan ilk çalışmadır; bkz. aşağıya). Aynı şekilde, okyanussal örüntü ile ilgili de iyi bir örnek bilmediklerini belirtmişlerdir.

Anadolu yer sincabının Geç Kuaterner buzul buzullararası dönemleri boyunca gerçekleşen iklim değişikliklerine nasıl yanıt verdiğini, yani yukarıdaki sığınak tiplerinden hangisini sergilediğini (geçmiş) anlamak, gelecekte gerçekleşecek iklim değişikliğine nasıl yanıt vereceğini (geleceği) öngörmek açısından oldukça önemlidir. Örneğin, özellikle günümüz gibi buzullararası dönemlerde coğrafi dağılımını daraltan türlerin 21. yüzyılda gerçekleşecek iklim değişikliğinin etkilerine daha açık olmaları beklenir (Ashcroft 2010); diğer bir deyişle, 21. yüzyılda küresel sıcaklığın daha da artması, zaten günümüzde (diğer buzullararası dönemlerde olduğu gibi) coğrafi dağılımını daraltmış olan türleri daha fazla tehdit edecektir. Daha kurak ve mevsimsel iklime kıtasal uyum sağladığı düşünüldüğünde, okyanussal-kıtasal gradiyente dayanarak, Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının buzullararası dönemlerde genel olarak Anadolu'nun iç ve/veya doğu kesimlerine (kıtasal sığınaklara) doğru daraldığı öngörülebilir. Bu, Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının 21. yüzyılda küresel sıcaklığın daha da artması ile birlikte daralmaya devam edeceğini ileri sürer.

Gerçekten de, öngörüldüğü şekilde, Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımı (aslında biyoiklimsel olarak uygun alanlar), son buzullararası dönemde (130-116 bin yıl önce) genel olarak hem İç Anadolu hem de Doğu Anadolu'da iki ana grup ha-



lindeki kıtasal sığınaklara sığınacak şekilde oldukça daralmış; daha sonra son buzul dönemde (115-12 bin yıl önce) buzulların maksimum yüzölçümüne ulaştığı son buzul maksimumuna (21 bin yıl önce) kadar bu buzullararası sığınaklardan başlayarak oldukça genişlemiş ve bundan sonra günümüze kadar (yani, içinde bulunduğumuz buzullararası dönemde) tekrar bir miktar daralmıştır (Şekil 3). Bu genişleme-daralma örüntüsü, okyanussal-kıtasal gradiyentin kıtasal sığınaklar ayağı ile uyumludur.

Yeri gelmişken, günümüz için biyoiklimsel olarak uygun alanların günümüz için bilinen coğrafi dağılım alanı ile hemen hemen eşleşmesi, tür-iklim eşitliği varsayımının Anadolu yer sincabı için geçerli olduğunu gösterir. Ayrıca, ekolojik niş modellemesi ve moleküler filoğrafya yaklaşımlarının sonuçla-

rının örtüşmesi (bkz. aşağıya), dolaylı olarak Anadolu yer sincabı için zaman boyunca ekolojik nişin değişmediği varsayımının geçerli olduğunu ileri sürer. Özellikle türün geçmiş veya gelecekteki coğrafi dağılımı tahminlenmek isteniyorsa, bu varsayımlar oldukça önemlidir. Anadolu yer sincabının evrimsel ekolojisi ve Anadolu'nun biyocoğrafyası birlikte düşünüldüğünde, dispersal yeteneği ve biyotik etkileşimlerin modelleme sürecine dahil edilmesinin sonuçları çok etkilemeyeceği düşünülmektedir.

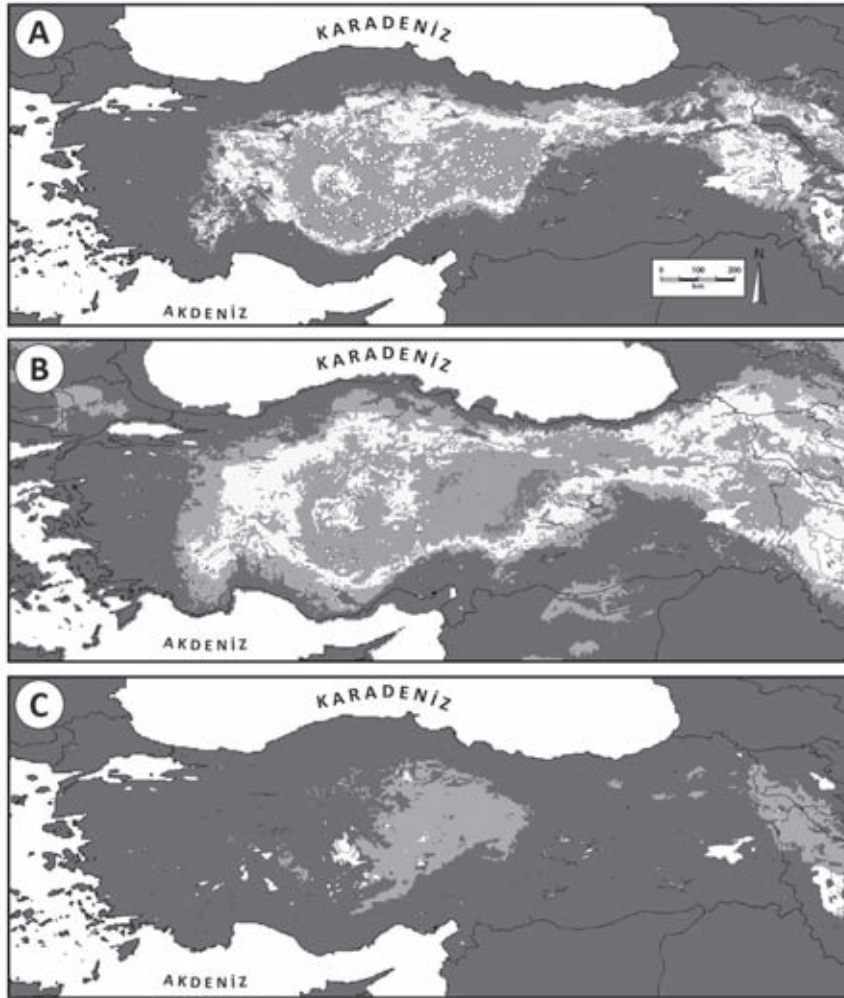
Peki, Anadolu'yu da içine alan coğrafi bölgede (25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey) son 130 bin yılda iklim değişiklikleri nasıl olmuştur? 1) Son buzul maksimum, son buzullararası dönem ve günümüzden daha soğuktu. Son buzullararası dönem ile günümüz arasında ki belirgin farklılıklardan biri, yaz

sıcaklığındadır: son buzullararası dönem, yazın daha sıcaktı. 2) Sıcaklık mevsimselliği, son buzullararası dönemde en yüksekti. 3) Son buzul maksimum, son buzullararası dönem ve günümüzden daha kuraktı. Son buzullararası dönem, günümüzden özellikle yazın daha yağışlıydı. 4) Yağış mevsimselliği, dönemler arasında belirgin bir şekilde farklı değildi. (Tablo 1)

Yıllık ve yaz sıcaklık ve yağışı (özellikle yıllık yağış), Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımını en çok etkileyen biyoiklimsel değişkenlerdir. Öyle anlaşılıyor ki, son buzullararası dönemin sıcak (en azından yazın) ve yağışlı biyoiklimsel koşulları Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının daralmasına, son buzul maksimumun soğuk ve kurak biyoiklimsel koşulları ise genişlemesine neden olmuştur. Günümüzün son buzul maksimumdan daha sıcak ve yağışlı biyoiklimsel koşulları, Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının tekrar bir miktar daralmasının nedenlerinden biridir. Şüphesiz özellikle tarım gibi antropojenik arazi kullanımının neden olduğu habitat kaybı ve parçalanması, iklim değişikliğinin etkisini artıracak şekilde Anadolu yer sincabının yaşamını tehdit eder (Kryštufek et al. 2008). Bu nedenle, iklim değişikliği ve arazi kullanımının sinerjistik etkisi (örneğin, metapopulasyon dinamikleri gibi çalışmalar ile) iyi incelenmelidir.

Peki, Anadolu'da özellikle son buzul maksimum civarında vejetasyon değişimleri nasıl olmuştur? 23-19 bin yıl önceleri (son buzul maksimum) Anadolu'nun kuzeyinde, özellikle de kıyı kuşağında soğuk veya serin ve nemli iklim koşulları altında yoğun bir orman örtüsü vardı. Benzer şekilde, Anadolu'nun Akdeniz kıyı kuşağında soğuk ve nemli iklim koşulları altında bütün vejetasyonun yüzde 50-60'ını orman oluşturuyordu (Şenkul ve Doğan 2013). Anlaşılan son buzul maksimumunda bile Anadolu'nun kıyı kuşağı orman örtüsüne sahipti (bkz. ayrıca Tarkhishvili et al. 2012). Bu orman örtüsünün özellikle ılıman kuşak türleri ve okyanussal uyum sağlayan türler için buzul sığınak rolü daha iyi değerlendir-

Şekil 3. Anadolu yer sincabının günümüz (1950-2000) (A), son buzul maksimum (21 bin yıl önce) (B) ve son buzullararası dönemdeki (130-116 bin yıl önce) (C) coğrafi dağılımı (Gür 2013'den). Haritada görülen alan, 25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey'dir. Koyu gri dışındaki alanlar, biyoiklimsel olarak uygun alanlardır (yani, potansiyel coğrafi dağılım alanını gösterir).



**Tablo 1.** Anadolu'yu da içine alan coğrafi bölgenin (25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey) son buzullararası dönem (130-116 bin yıl önce), son buzul maksimum (21 bin yıl önce) ve günümüz (1950-2000) iklimi.

Biyoklimsel değişkenler	Son buzullararası dönem, CCSM				Son buzul maksimum, MIROC			
	Min	Mak	Ortalama	Ortanca	Min	Mak	Ortalama	Ortanca
Yıllık sıcaklık (°C)	-7.8	21.8	11.5	11.2	-12.4	19.1	8.3	7.8
Sıcaklık mevsimselliği	6.5	13.3	10.4	10.1	4.7	10.2	7.7	7.5
En sıcak çeyreğin sıcaklığı (°C)	5.1	39.0	25.8	25.0	-3.9	30.7	17.9	17.2
En soğuk çeyreğin sıcaklığı (°C)	-19.9	11.2	-1.1	-0.8	-21.4	11.7	-1.6	-1.9
Yıllık yağış (mm)	200	2410	661	650	210	1610	514	480
Yağış mevsimselliği	13	94	53	50	9	104	56	52
En sıcak çeyreğin yağışı (mm)	17	564	90	65	2	388	52	41
En soğuk çeyreğin yağışı (mm)	53	780	226	200	41	925	196	159
Biyoklimsel değişkenler	Son buzul maksimum, CCSM				Günümüz			
	Min	Mak	Ortalama	Ortanca	Min	Mak	Ortalama	Ortanca
Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	-13.5	17.7	6.7	6.3	-7.4	22.4	11.8	11.4
Sıcaklık mevsimselliği	4.7	10.2	7.7	7.5	4.7	10.2	7.8	7.6
En sıcak çeyreğin sıcaklığı (°C)	-5.0	28.3	16.4	15.8	1.2	33.9	21.6	20.8
En soğuk çeyreğin sıcaklığı (°C)	-22.5	11.7	-3.2	-3.4	-16.4	13.3	1.7	1.6
Yıllık yağış (mm)	165	2359	519	495	136	2373	582	571
Yağış mevsimselliği	9	106	56	52	9	103	56	51
En sıcak çeyreğin yağışı (mm)	0	620	63	37	0	624	68	48
En soğuk çeyreğin yağışı (mm)	48	728	183	163	51	769	208	180

Anadolu'yu da içine alan coğrafi bölge (25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey) için bkz. Şekil 3. Biyoklimsel veri, WorldClim-Global Climate Data ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) üzerinden elde edilmiştir. Son buzullararası dönem iklimi tek bir küresel iklim modeline (Community Climate System Model, CCSM, Otto-Bliesner et al. 2006), son buzul maksimum iklimi ise iki küresel iklim modeline (Model for Interdisciplinary Research on Climate, MIROC, K-1 Model Developers 2004 ve CCSM, Collins et al. 2006) dayanmaktadır. Sıcaklık mevsimselliği standart sapma, yağış mevsimselliği ise varyasyon katsayısı şeklinde ifade edilmiştir.

dirilmelidir (örnek bir çalışma için, bkz. Perктаş et al. 2015a,b). Son buzul maksimumunda (Anadolu'nun özellikle iç kesimlerini içerecek şekilde) Yakın Doğu'da ise soğuk ve kurak iklim koşulları altında step örtüsü yaygınlaşmıştır (Atalay 1998).

Daha önce de değinildiği gibi, Anadolu yer sincabı, genel olarak stepelerde yaşar. Bir türün ancak uygun habitata sahip biyoklimsel olarak uygun alanlarda yaşayabileceği düşünüldüğünde, Anadolu yer sincabı için son buzul maksimumunda biyoklimsel olarak uygun alanların genişlemesine step örtüsünün eşlik edip etmediği önemli bir sorudur. Öyle anlaşılıyor ki, son buzul maksimumunda Anadolu'nun özellikle iç kesimlerinde soğuk ve kurak iklim koşulları altında (yani, biyoklimsel olarak uygun alanların genişlemesine eşlik edecek şekilde) step örtüsünün yaygınlaşması, Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının genişlemesine neden olmuştur.

Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımı, son 130 bin yıl içinde günümüze kadar genel olarak enlemsel veya rakımsal bir değişimden ziyade, okyanussal-kıtasal gradient ile uyumlu olarak boylamsal bir değişim sergilemiş gibi görünmektedir (Şekil 3, Tablo 2).

Peki, Anadolu yer sincabı için yukarıda anlatılan ve tür dağılım ve biyoklimsel verileri kullanan ekolojik niş modellemesi yaklaşımına dayanan hikaye, bağımsız bir veriyi (mitokondriyal [mt]DNA sitok-

rom [sit] b sekansları) kullanan moleküler filocoğrafya yaklaşımına dayanan hikaye ile örtüşüyor mu? Eğer örtüşüyorsa, coğrafi dağılım alanının daralması ve genişlemesine, sırasıyla etkin populasyon büyüklüğünün azalması ve artması eşlik etmeli ve kıtasal sığınak olarak tanımlanan coğrafi alanlar, çevrelerindeki coğrafi alanlardan daha yüksek genetik çeşitliliğe sahip olmalıdır.

Gerçekten de, Anadolu yer sincabının etkin populasyon büyüklüğü, son buzul dönemde son buzul maksimumundan önce artmaya ve son buzul maksimumundan sonra özellikle içinde bulunduğumuz buzullararası dönemde azalmaya başlamıştır. Ayrıca, Anadolu yer sincabı, filocoğrafi olarak beş (muhtemelen tanımlanmayan bir soy hattı ile birlikte altı) soy hattına (bu soy hatları, 1'den 5'e kadar numaralandırılarak isimlendirilmiştir) ayrılacak şekilde yapılmıştır (Gündüz et al. 2007). mtDNA sit b haplotiplerinin coğrafi dağılımı, bu beş soy hattından dördünün (soy hattı 2-5) İç Anadolu'da, birinin (soy hattı 1) ise tanımlanmayan soy hattı ile birlikte Doğu Anadolu'da yaşadığını gösterir. Bu, son buzullararası dönemde soy hattı 2-5'in İç Anadolu'daki, soy hattı 1 ve tanımlanmayan soy hattının ise Doğu Anadolu'daki ana kıtasal sığınaklardan başlayarak coğrafi dağılımını genişlettiğini ileri sürer. Bu durumda, İç Anadolu'daki ana kıtasal sığınakın mutlaka soy hattı 2-5'in her birinden mtDNA sit b haplotiplerine ev sahipliği yapması ve böylece genetik çeşitliğinin çevredeki coğrafi alanlardan yüksek olması gerekir, ki gözlenen de tam budur. Ancak Doğu Anadolu'daki ana kıtasal sığınak bu açıdan tartış-

**Tablo 2.** Anadolu yer sincabı için son buzullararası dönem (130-116 bin yıl önce), son buzul maksimum (21 bin yıl önce), günümüz (1950-2000) ve gelecekteki (2080) biyoklimsel olarak uygun alanların rakımsal (m) dağılımı.

Dönemler	Min	Mak	Ortalama	Ortanca	25. yüzdilik	75. yüzdilik
Son buzullararası dönem	559	2805	1374	1345	1126	1587
Son buzul maksimum	3	3689	1398	1318	1013	1768
Günümüz	448	3682	1483	1393	1086	1807
Gelecek (2080)	1035	3994	1973	1924	1644	2254

Anadolu yer sincabı için son buzullararası dönem, son buzul maksimum ve günümüzdeki biyoklimsel olarak uygun alanlar için bkz. Şekil 3 ve gelecekteki biyoklimsel olarak uygun alanlar için bkz. Şekil 5.

sıcak yeterli veri yoktur (Şekil 4). Ayrıca, İç Anadolu'daki soy hattı 2-3'ün aynı bölgedeki soy hattı 4-5'den ziyade Doğu Anadolu'daki soy hattı 1'le daha yakın filogenetik ilişki sergilemesi (Gündüz et al. 2007; Gür 2010), son 130 bin yıldaki hikâyenin (örneğin, kıtasal sığınakların coğrafi konumlanması) daha öncesinde farklı olduğunu ileri sürer.

Gerçekten de, öngörüldüğü ve geçmişten de anlaşılacağı gibi, Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımının içinde bulunduğumuz buzullararası dönemdeki daralması, özellikle fosil yakıt kullanımındaki artış durdurulamazsa, 21. yüzyılın sonuna kadar özellikle İç Anadolu'nun büyük bir kesiminde düşük rakımlardaki biyoiklimsel olarak uygun alanların kaybolması ile hızla devam edecek gibi görünmektedir. Diğer bir deyişle, Anadolu'yu da içine alan coğrafi bölgenin (25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey) daha soğuk ve kurak alanlarında (= günümüzdeki biyoiklimsel olarak uygun alanlar) yaşayan Anadolu yer sincabı, 21. yüzyıl sonunda bu alanlardaki biyoiklimsel koşulların (özellikle de yazların) daha sıcak ve kurak olması yüzünden (Tablo 3), topoğrafik olarak kompleks alanlarda (Anadolu Diagonali boyunca ve Doğu Anadolu'da daha yüksek rakımlarda) yaşamını devam ettirecek gibi görünmektedir (Şekil 5, Tablo 2). Bu daralma örüntüsü, okyanusal-kıtasal gradi-



Şekil 4. Anadolu yer sincabının beş mtDNA sit b soy hattının coğrafi dağılımı (Gür 2013'den). Anadolu yer sincabının son buzullararası dönemdeki (130-116 bin yıl önce) coğrafi dağılımı (koyu gri alan), ayrıca gösterilmiştir. Van Gölü'nün doğusundaki mtDNA sit b haplotipi, herhangi bir soy hattında yer almamaktadır (Gündüz et al. 2007).

yentin kıtasal sığınaklar ayağı ile uyumludur. Ancak Anadolu yer sincabının coğrafi dağılımı, iklimsel koşullardaki farklılığın bir sonucu olarak son buzullararası dönem ile 21. yüzyılın sonu arasında farklılık sergiler (Şekil 3, 5).

Böylece, Anadolu yer sincabı, kıtasal sığınakların filocoğrafi olarak desteklediği ilk tür olmuştur (bkz. Gür 2013). Kısa bir süre sonra, kıtasal sığınaklar, Avrupa yer sincabı (*Spermophilus citellus*) için de filocoğrafi olarak desteklenmiştir (Řičanová et al. 2013).

Türkiye'de burada özetlenen tarzdaki gibi çalışmaların desteklenmesi/yaygınlaşması, uzak geçmişteki iklim değişikliğinin biyolojik çeşitliliği nasıl etkilediğini (uzak geçmiş) anlamak ve yakın gelecekteki iklim değişikliğinin biyolojik çeşitliliği nasıl etkileyeceğini (yakın geleceği) öngörmek açısından çok önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Ashcroft M.B. 2010. Identifying refugia from climate change. *Journal of Biogeography* 37: 1407-1413.
- Atalay İ. 1998. Paleoenvironmental conditions of the Late Pleistocene and Early Holocene in Anatolia, Turkey. In: Alsharhan A.S., Glennie K.W., Whittle G.L. and Kendall C.G.St.C. eds. *Quaternary Deserts and Climatic Change*. AA. Balkema, Rotterdam. 227-237.
- Bilgin R. 2011. Back to the suture: the distribution of intraspecific genetic diversity in and around Anatolia. *International Journal of Molecular Sciences* 12: 4080-4103.
- Collins W.D., Bitz C.M., Blackmon M.L., Bonan G.B., Bretherton C.S., Carton J.A., Chang P., Doney S.C., Hack J.J., Henderson T.B., Kiehl J.T., Large W.G., McKenna D.S., Santer B.D. and Smith R.D. 2006. The Community Climate System Model version 3 (CCSM3). *Journal of Climate* 19: 2122-2143.
- Gündüz İ., Jaarola M., Tez C., Yeniurt C., Polly P.D. and Searle J.B. 2007. Multigenic and morphometric differentiation of ground squirrels (*Spermophilus*, Scuriidae, Rodentia) in Turkey, with a description of a new species. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43: 916-935.
- Gür H. 2010. Why do Anatolian ground squirrels exhibit a Bergmannian size pattern? A phylogenetic comparative analysis of geographic variation in body size. *Biological Journal of the Linnean Society* 100: 695-710.

**Tablo 3.** Anadolu'yu da içine alan coğrafi bölgenin (25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey) günümüz (1950-2000) (A) ve Anadolu yer sincabı için günümüzdeki biyoiklimsel olarak uygun alanların günümüz (B) ve gelecek (2080) (C) iklimi.

Biyoklimsel değişkenler	A) 25°-46° D ve 35°-43° K / Günümüz				B) Günümüzdeki uygun alanlar / Günümüz				C) Günümüzdeki uygun alanlar / Gelecek (2080) CSIRO-Mk2, A2a			
	Min	Mak	Ortalama	Ortanca	Min	Mak	Ortalama	Ortanca	Min	Mak	Ortalama	Ortanca
Yıllık ortalama sıcaklık	-7.4	22.4	11.8	11.4	-2.6	13.2	8.6	9.1	1.1	19.1	13.5	14.0
Sıcaklık mevsimselliği	4.7	10.2	7.8	7.6	6.4	10.2	7.9	7.6	7.4	11.5	8.9	8.6
En sıcak çeyreğin sıcaklığı	1.2	33.9	21.6	20.8	6.8	24.4	18.3	18.7	11.8	31.5	24.5	24.8
En soğuk çeyreğin sıcaklığı	-16.4	13.3	1.7	1.6	-12.7	3.5	-1.9	-1.3	-10.0	7.8	1.8	2.3
Yıllık yağış	136	2373	582	571	275	878	462	455	203	673	361	353
Yağış mevsimselliği	9	103	56	51	23	79	46	46	27	80	49	49
En sıcak çeyreğin yağışı	0	624	68	48	5	237	60	55	1	97	37	37
En soğuk çeyreğin yağışı	51	769	208	180	51	272	135	132	44	236	114	110

Anadolu'yu da içine alan coğrafi bölge (25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey) ve Anadolu yer sincabı için günümüzdeki biyoiklimsel olarak uygun alanlar için bkz. Şekil 3. Biyoiklimsel veri, WorldClim-Global Climate Data ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) üzerinden elde edilmiştir. Gelecek iklimi, tek bir küresel iklim modeline (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization Mark Global Climate Model, CSIRO-Mk2) ve sera gazı emisyon senaryosuna (A2a) dayanmaktadır.

- Gür H. 2013. The effects of the Late Quaternary glacial-interglacial cycles on Anatolian ground squirrels: range expansion during the glacial periods? *Biological Journal of the Linnean Society* 109: 19-32.

- Gür H. and Kart Gür M. 2005. Annual cycle of activity, reproduction, and body mass of Anatolian ground squirrels (*Spermophilus xanthoprimum*) in Turkey. *Journal of Mammalogy* 86: 7-14.

- Hewitt G.M. 1996. Some genetic consequences of ice ages, and their role in divergence and speciation. *Biological Journal of the Linnean Society* 58: 247-276.

- Hewitt G.M. 1999. Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological Journal of the Linnean Society* 68: 87-112.

- Hewitt G. 2000. The genetic legacy of the Quaternary ice ages. *Nature* 405: 907-913.

- Hewitt G.M. 2004. Genetic consequences of climatic oscillations in the Quaternary. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 359: 183-195.

- K-1 Model Developers. 2004. K-1 coupled GCM (MIROC) description. K-1 Technical Rep. No. 1, Center for Climate System Research (CCSR), University of Tokyo, National Institute for Environmental Studies (NIES), *Frontier Research Center for Global Change (FRCGC)*.

- Kart Gür M. and Gür H. 2010. *Spermophilus xanthoprimum* (Rodentia: Sciuridae). *Mammalian Species* 42: 183-194.

- Kart Gür M. and Gür H. 2015. Age and sex differences in hibernation patterns in free-living Anatolian ground squirrels (*Spermophilus xanthoprimum*). *Mammalian Biology* 80: 265-272.

- Kart Gür M., Refinetti R. and Gür H. 2009. Daily rhythmicity and hibernation in the Anatolian ground squirrel under natural and laboratory conditions. *Journal of Comparative Physiology B* 179: 155-164.

- Kryštufek B., Yigit N. and Hutterer R. 2008. *Spermophilus*



Şekil 5. Anadolu yer sincabının gelecek (2080) coğrafi dağılımı (yayınlanmamış sonuçlar). Haritada görülen alan, 25°-46° Doğu ve 35°-43° Kuzey'dir. Koyu gri dışındaki alanlar, biyoiklimsel olarak uygun alanlardır (yani, potansiyel coğrafi dağılım alanını gösterir). Gelecek için biyoiklimsel olarak uygun alanlar, bir küresel iklim modeli (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization Mark Global Climate Model, CSIRO-Mk2) ve sera gazı emisyon senaryosu (A2a) kullanılarak ve Gür (2013)'teki tür dağılım verisi ve metodolojik süreç izlenerek tahminlenmiştir.

*xanthoprimum*. In: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources 2012. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources Red list of Threatened Species. Version 2012.1. <http://www.iucnredlist.org>.

- Otto-Bliessner B.L., Marshall S.J., Overpeck J.T., Miller G.H., Hu A. and CAPE Last Interglacial Project members. 2006. Simulating Arctic climate warmth and icefield retreat in the last interglaciation. *Science* 311: 1751-1753.

- Perktas U., Gür H. and Ada E. 2015a. Historical demography of European green woodpecker: comparing phylogeographic and ecological niche model predictions. *Folia Zoologica* 64: 284-295.

- Perktas U., Gür H., Sağlam İ.K. and Quintero E. 2015b. Climate-driven range shifts and demographic events over the history of Krüper's Nuthatch. *Bird Study* 62: 14-28.

- Rıčanová Š., Koshev Y., Rıčan O., Cosic N., Grovic D., Sedláček F. and Bryja J. 2013. Multilocus phylogeography of the European ground squirrel: cryptic interglacial refugia of continental climate in Europe. *Molecular Ecology* 22: 4256-4269.

- Stewart J.R., Lister A.M., Barnes I. and Dalén L. 2010. Refugia revisited: individualistic responses of species in space and time. *Proceedings of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* 277: 661-671.

- Şenkul Ç. and Doğan U. 2013. Vegetation and climate of Anatolia and adjacent regions during the Last Glacial period. *Quaternary International* 302: 110-122.

- Tarkhishvili D., Gavashelishvili A. and Mumladze L. 2012. Palaeoclimatic models help to understand current distribution of Caucasian forest species. *Biological Journal of the Linnean Society* 105: 231-248.

# öğretmen dünyası

37. yıl...

öğretmen dünyası

YL - 37 / ŞUBAT 2016 / ISSN 1300-2758 / SAYI 434



Kuramdan Uygulamaya Türkçenin Ustası  
**Tahsin Yücel**

## Şubat sayısı çıktı...

\* **Özel Dosya: Ödevler / Kime, nasıl, ne kadar?...**

Doç. Dr. M. Gürkan Gülcan, Yrd. Doç. Dr. C. Deha Doğan,  
Mustafa Pala, Recep Nas, Cory Turner, Alaattin Özmen

\* TÖS'ün "Büyük Eğitim Yürüyüşü"nü'nün 47. Yılı

Âlim Başaran, Rasim Bakırcıoğlu

\* Eğitim ve Kişilik

Prof. Dr. Ahmet Kocaman

\* Kuramdan Uygulamaya Türkçenin Ustası: Tahsin Yücel

Günay Güner

Aydınlanma yolunda 37. yıl...

Sürdürümcü olunuz.

Yıllık (12 sayı): 95 TL

6 aylık: 50 TL

Necatibey Cad. 13/13 Sıhhiye/ANKARA Tel: (0312) 229 43 25 Belgegeçer: (0312) 229 45 26

e-posta: [ogdunyasi@gmail.com](mailto:ogdunyasi@gmail.com) [www.ogretmendunyasi.org](http://www.ogretmendunyasi.org)