

Válasz Dr. Mika János, az MTA doktorának bírálatára

Elsőként szeretném megköszönni Opponensem alapos munkáját, melyben elismerő szavai mellett konstruktív kritikai megközelítéssel nagyon fontos pontokra hívta fel a figyelmemet.

Az alábbiakban a kritikai megjegyzésekre pontokban adom meg a választ illetve kiegészítést, Bírálóm megjegyzéseit félkövér betűtípussal szedve.

1.”Megjegyezzük ugyanakkor, hogy nem teljesen logikus az alfejezetek rendje. Míg a 3. fejezetben csak 3 alfejezet van, ezen belül a kétféle lepkére illetve kétféle növényre vonatkozó – mindkétyszer eltérő módszertanú – vizsgálat egy alfejezetbe (3.2 és 3.3) tartozott, addig a 4.fejezetben mind az öt vizsgálat külön alfejezet, még a darvakra vonatkozó kétféle vizsgálat is, melyek egyike mindössze 1,5 oldal.”

A kritikával egyetértek.

2.”Kifejezetten gondban vagyok viszont az Értekezés és a Tézisfüzet azon formai megoldásával, amely még a látszatát is kerüli annak, hogy Szerző valódi disszertációt készített. Az egyes fejezetekben nem is értekezésként, disszertációként vagy fejezetként hivatkozik a mű kérdéses részeire, hanem „jelen tanulmányunk” megnevezéssel.”

Bírálómnak az Értekezés és a Tézisfüzet formai megoldására vonatkozó felvetését elfogadom, valóban a “disszertáció” kifejezés konzisztens alkalmazása lett volna korrekt. A disszertációm szerkezetének kialakításában igyekeztem követni tudományterületemen készített disszertációk szerkezetét.

3.”A módszertan elnagyolt ismertetése sajnos megnehezíti a bíráló dolgát abban a tekintetben, hogy megítélje, Szerző valóban birtokában van-e annak a statisztikai módszertannak, amit – számos társszerzőjével közös publikációkban – felhasznált.”

Opponensemnek a módszertan ismertetésének hiányosságára vonatkozó kritikájára reflektálva, a következőkben foglalom össze a disszertációmban alkalmazott statisztikai eljárásokat.

1.Időbeli fenológiai eltolódások illetve életmenet-jellegek és ökológiai változók kapcsolata filogenetikai kontextusban. Ezt a módszertant alkalmaztuk a madarak érkezési idejének, a bagolylepkék fénycsapdás, illetve az orchideák virágzási idejének vizsgálatánál, illetve kis módosítással a vízimadarak zavarásérzékenységének elemzésénél. A módszertan azon alapul, hogy adva vannak a vizsgált fajok fajonkénti és évenkénti fenológiai adatai (madaraknál ez az első érkezés, a bagolylepkéknél az első fogás, az orchideáknál pedig az első virágzás időpontjai). Első lépésben a julián dátummá (napok száma az évben január elsejétől számítva) transzformált fenológiai adatokra lineáris regressziót illesztettünk az év függvényében, majd a lineáris regressziók fajonkénti meredekségét definiáltuk fajonkénti klímaválaszként. A vízimadarak zavarásérzékenységének vizsgálatánál ez a megközelítés annyiban módosult, hogy a fajokként illesztett, zavarási prediktorokat tartalmazó általánosított vegyes lineáris modellekből az egyes zavarási változók paraméter-bebecsléseit használtuk további elemzésekben függő változóként. A következő lépésben a fenológiai trendek és életmenet-jellegek közötti összefüggéseket a filogenetikai általánosított legkisebb négyzetek (a továbbiakban PGLS) elve alapján elemeztük (Pagel 1997, 1999). Ez az eljárás a fajok közötti összefüggésekre egy, a filogenetikai viszonyokat reprezentáló variancia-kovariancia mátrix kiszámításával kontrollál (Martins & Hansen 1997, Pagel

1997, 1999). Ezekben az elemzésekben a a filogenetikai függőség fokának (λ) minden modellhez tartozó legoptimálisabb értékét likelihood-arány statisztika használatával számítottuk ki (Freckleton et al. 2002). A munkahipotézisek alapján fontosnak adódó prediktorokból potenciális többváltozós PGLS-modelleket alkottunk. A modellalkotásban felhasznált független változók relatív fontosságát információ-elméleti modellszelekciós eljárással becsültük (Burnham & Anderson 2002), ahol a modellek eredményeiből levonható következtetések a plauzibilis modellek teljes halmazán végzett elemzésen alapszanak. A potenciális modelleket a másodrendű Akaike-féle információs kritérium alacsony mintaszámra vett korrekciós értéke (AICc) alapján hasonlítottuk össze. A támogatott modellek halmazán, azaz melyeknek bármelyik i eleme a $\Delta AICc[i] = AICc[i] - AICc_{min} < 2,0$, modellátlagolást végeztünk, melynek során modell-átlagolt együtthatókat (θ , azaz az egyes modellek Akaike-súlyai által súlyozott paraméter-becsléseket) és feltétel nélküli standard hibáit (SEu; Burnham & Anderson 2002) adtunk meg. Továbbá kiszámítottuk a prediktorok relatív fontosságát (Σ), melyet az adott prediktort tartalmazó modellek Akaike-súlyainak összege ad. Ezen eljárás eredményeként tehát megkaptuk a támogatott modellekben szereplő magyarázó változókat, illetve ezek modellátlagolt paraméter-becslését.

2.Fajok elterjedésének modellezése. Ezt a megközelítést disszertációmban a magyar tarkalepke és a szőlő elterjedésének bioklimatikus modellezésénél használtam. Az alkalmazott módszer képes mind a jelenlét/hiány, mind pedig a csak jelenlét-adatokon alapuló elterjedési modellek készítésére. Az elemzések első lépéseként a nyilvánosan elérhető (WorldClim) adatbázisból letöltöttük a kérdéses fajok jelenlegi és potenciális elterjedési területeire az utolsó jégkorszaki maximumra, a közép-holocénra, a jelenre, 2050-re és 2070-re projektált, korábbi vizsgálatok alapján megbízhatóan használható 19 bioklimatikus változó értékeit olyan raszterfelbontásban, mely az adott faj mozgáskörzeteire jellemző. A következő lépésben ezen bioklimatikus változókból a vizsgált fajra vonatkozó előzetes biológiai információk alapján kiválasztottuk a relevánsakat a modellek illesztéséhez, majd pedig a kiválasztott változók közti kapcsoltságok felderítéséhez Pearson-féle korrelációs koefficienseket számítottunk az ENMtools 1.3 szoftverrel (Warren et al. 2010). Ezután következett az elterjedési terület jelen, múlt, és jövőbeli idősíkokra történő vetítése, melyet a MaxEnt 3.3.3 elemző szoftverrel végeztük (<http://www.cs.princeton.edu/~shapire/Maxent>). A mintavételi torzítás becsléséhez szolgáló grid-adatok generálásához a Hawtools, ArcGis és SPSS szoftvereket használtuk. A súlyozó felületet a fajelőfordulási adatoknak a szórással értelmezett Gauss-féle kernel-becslésével generáltuk, melynek technikai részleteit Elith et al. (2010) munkája adja meg a mintavételi torzítás ellensúlyozásra koncentrálva. A projekciók generálásakor a „rögzítéses halványítás (fade by clamping)” nevű függvényt alkalmaztuk a képzési tartományon kívül eső változó-értékek esetén, az ezen értékeknek a képzési tartomány burkológörbéjéhez történő eltolásával. A modellalkotásnál küszöb-kritériumot (10 %-os képzési jelenlét-adatot), jelenlét- (1) és hiány- (0) rasztereket hoztunk létre. A modellezés eredményeként a jövőbeli viszonyok prediktálása minden cella esetén négy lehetséges állapotot indikál: (1) Erőteljes klímahatású területek, ahol az adott faj a jelenlegi klimatikus körülmények között potenciálisan előfordul, de nem lesz alkalmas a jövőben; (2) A realizált niche-tartományon kívül eső területek, melyek sem a jelenlegi, sem pedig a modellezett jövőbeli időintervallumokban nem lesznek alkalmasak; (3) Gyenge klimatikus hatások alatt álló területek, ahol a vizsgált faj mind a jelenlegi, mind a jövőbeli klimatikus viszonyok között potenciálisan előfordulhat; (4) Új alkalmas területek, ahol a kérdéses faj a jövőben potenciálisan előfordulhat, de amelyek nem alkalmasak sem a jelenlegi, sem pedig jövőbeli kolonizálásra (Scheldemann & Zonneveld 2010).

3.Állatfajok élőhelyválasztásának és térbeli antropogén hatások közötti hatások vizsgálata. A vizsgált állatfajok viszonylag heterogén élőhelyválasztási stratégiái miatt a statisztikai megközelítés is változatos volt, melyek között a következő közös vonásokat ismertetem. Minden esetben az adatbázis georeferált megfigyelési adatokból állt, mely viselkedési, környezeti, valamint az emberi zavarást jellemző prediktorokat tartalmazott a megfigyelés dátumával együtt. A darvak esetében földrajzi léptékben vizsgált zavarástűrésének vizsgálatánál a finnországi fészkelőhelyek és

hortobágyi vonulóhelyek közötti viselkedési minták konzisztenciájának elemzéséhez lineáris vegyes modelleket illesztettünk a vonulóhelyeken felvett zavarási változókat függő, míg a kikelési helyen mért prediktorokat független változóként kezelve, ahol a lehetséges térbeli autokorrelációkra úgy kontrolláltunk, hogy a finnországi régiót és az egyedi azonosítót beágyazott random faktorként kezeltük. A tüzokok zavarástűrésének vizsgálata esetén a 13. pontban kifejtett autologisztikus kifejezéssel vettük figyelembe a lehetséges térbeli autokorrelációt, bár a régió random faktorként való kezelése itt is megoldás lett volt, mint azt egy frissen megjelent vizsgálatunkban alkalmaztunk (Végyvári et al. 2016).

4.”További hiányossága a doktori műnek, hogy nagyon kevés az ábra. Különösen az olyan ábra, amelyből megítélhetnénk, hogy egy-egy felhasznált részminta hány adatot tartalmaz, mennyire indokolt, vagy csak formális első közelítés a lineáris trendelemzés.”

A kritikával teljesen egyetértek. A disszertációban az ábrák felhasználásánál területi szempontokat is figyelembe vettem, és igyekeztem a szövegterjedelem/ábraarányt a tudományterületem jellemző értékéhez közelíteni. Ezt a hiányosságot helyesbítendő, a Bírálóm által az alábbiakban szükségesnek ítélt ábrákat az egyes válaszok megadása mellett mellékelem, illetve a nyilvános vita előadásában szerepeltetem.

5.”... a doktori mű általában nehezen olvasható, gyakran előfordulnak benne feloldás nélküli rövidítések.”

A kritikát elfogadom.

6.”Az Értekezés közös szakirodalmi és adatok-módszerek fejezetének hiánya, valamint az erősen alul illusztráltság formai szempontból is hiba.”

Egyetértek azzal a kritikával, hogy szükséges lehetett volna egy szakirodalmi és adatok-módszerek fejezet, viszont a témakörök heterogenitása miatt a tudományterületen ez kevésbé jellemző.

7.”Ezen kívül zavaró még, hogy az 1. Táblázatban a tizedesvessző angol (ezres elválasztó) értelmezésben szerepel a df alatt.”

Elfogadom.

8.”A 3.1 alfejezet vonuló madarak első tavaszi érkezésének dátumát vizsgálja a Hortobágyi Nemzeti Park területére ... Mindazonáltal, nem tartom kellően megalapozottnak azt az interpretációt, amely a számszerűsített időbeli változást egyértelműen a klímaváltozás következményének állítja be. Itt legalább egy olyan diszkussziót látnunk kellene, amely sorba veszi a 38 év során végbement változásokat, amelyek a szakirodalom szerint befolyással lehetnek a vonuló madarak vándorlási szokásaira. A lineáris trendelemzés eredményét már csak azért sem biztos, hogy kizárólag az éghajlatváltozásnak lehet betudni, mivel maga a hőmérsékletváltozás sem volt egyenletes az északi félgömbön, sőt még csak nem is volt szigorúan monoton jellegű (kb. 1975-ig átmenetileg csökkent).”

Bírálóm kritikájában megfogalmazott megközelítéssel messzemenően egyetértek. A kérdéses vizsgálatban éppen ezért nem kerestünk ok-okozati összefüggéseket a tavaszi érkezések julián-dátumai és klimatikus paraméterek között, hanem csak az évekre illesztett lineáris regressziók

fajonkénti meredksége és életmenet-jellegek illetve ökológiai változók közötti összefüggéseket vizsgáltunk. Itt megjegyzendő, hogy a vadon élő állatok és növények klímaválásában csak nagyon kevés vizsgálatban sikerült nemlineáris trendeket igazolni (pl Pope et al. 2013), aminek a következő tényezők állhatnak a háttérben. Először is, a nemlineáris trendek kimutatásához általában túl rövid időszakok állnak rendelkezésre (ritkán hosszabb, mint 30-40 év), ami az ilyen jellegű adatoknál nem elegendő a lineáris és nemlineáris trendek elkülönítésére. Másrészt, több vizsgálat eredményei szerint a élőlényeknek a szabad természetben megfigyelhető fenológiai klímaválása időbeli késéssel történik, melynek kimutatására még több adatra lenne szükség. Ennek a problémakörnek a feloldására jelenleg számos kísérletes vizsgálat történik, melynek eredményeként megérthetjük a klimatikus paraméterek és fenológiai jellegű klímaválások közt fellépő nemlineáris összefüggések biológiai kauzális hátterét (Pearce-Higgins & Green 2014).

9.”A 3.2.1 alfejezet a bagolylepke Jósvafőn megfigyelt rajzási számainak mindössze 20 éves, 1988-2007 közötti, trendszerű változásait kívánja ugyancsak a klímaváltozás hatásaként interpretálni. Szerző itt használ ugyan a térségben (Miskolcon) mért éghajlati adatokat, ám ahelyett, hogy közvetlen kapcsolatokat keresett volna a trendszerű változásnál nagyságrenddel nagyobb évközi ingású adatok és a rajzási számok között, a klímaadatokra is lineáris trendet erőltetett. Nem meglepő, hogy 20 év alatt szignifikáns trendet csak a júniusi hőmérséklet mutatott. Az éghajlati trendek gyenge szignifikanciája ellenére, itt is a klímaváltozáshoz köti Szerző a rajzási trendeket. Ezt a magyarázatot ebben a pontban sem tartom megalapozottnak.”

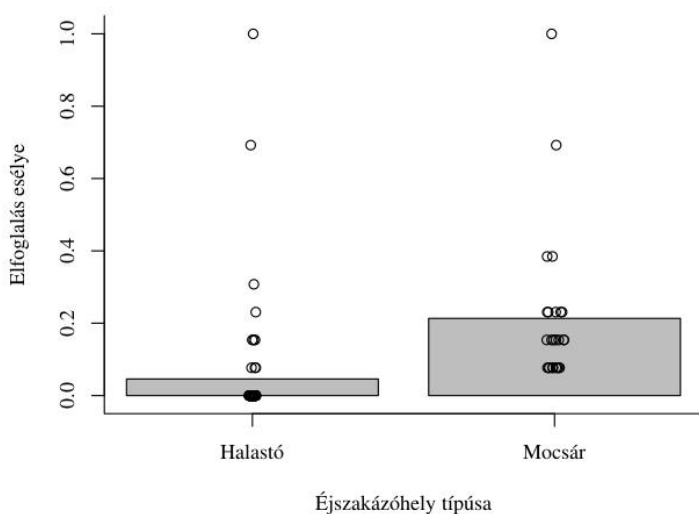
Hasonlóan az előző pontban tett, madarak érkezési dátumának klímaválására vonatkozó okfejtéshez hasonlóan, a rendelkezésre álló adatok által lefedett időtartam viszonylagos rövidege miatt valóban nem alkalmasak a klimatikus paraméterek változásai közötti ok-okozati viszonyok keresésére. Azonban itt fontos megjegyezni, hogy a nemzetközi vizsgálatok eredményei alapján legalább 15 éves időtartamokat lefedő adatok alkalmasak a klímaválás robusztus mérésére, különösen akkor, ha sok fajra vonatkozó adat áll rendelkezésre. Ebből a szempontból szerencsésnek tartom, hogy a madaras vizsgálatban 117 faj, adatai, a bagolylepkés vizsgálatban 417 fajból 70 faj, az orchideás kutatásban pedig 41 faj rekordjai alapján vizsgálhattuk a fajonként fenológiai adatok évekre illesztett lineáris regresszió meredkségeként definiált klimatikus reakciók és életmenet-jellegek közti összefüggéseket, melyek alapján a korábbi, nemzetközi vizsgálatokkal konzisztens eredményeket kaptunk, melyek ok-okozati összefüggéseket találtak klímaméterek és fenológiai adatok időbeli trendjei között, például az ősz melegebbé válása és a bagolylepkék hibernációjának későbbre tolódása között (Parmesan 2006).

10. Bírálóm az orchideák virágzás idejét elemző alfejezetre vonatkozó kritikát fogalmazott meg, melyben kifejti, hogy “ Buda adatainak használata két szempontból torzíthatja a kapott eredményeket. Az egyik, hogy nem látszik, mennyire egységes a virágzási adatok területi megoszlása a vizsgált, hosszú időszakban. Ha eltolódik, vagy csak hullámozik a virágzás-megfigyelések térbeli súlypontja az országon belül, miközben a szembesített éghajlati adat mindig Budáról származik, akkor a virágzás-adatok térbeli variációja erősítheti, vagy gyengítheti a tényleges éghajlati hatást. A másik baj éppen Buda adataival az, hogy több áthelyezéssel, mérési időpont-váltással és lassú beépítéssel (városhatással) küld, azaz erősen inhomogén. Ez azt jelenti, hogy olyan hatások vannak benne, amik nem az éghajlat nagytérségű, valós változásai, és így nem is lehettek valódi hatással az orchidea-virágzásra. Léteznek ezen éghajlati adatsoroknak homogenizált változata, igaz csak 1901-től, de főleg Buda esetében érdemes lett volna ezt használni.”

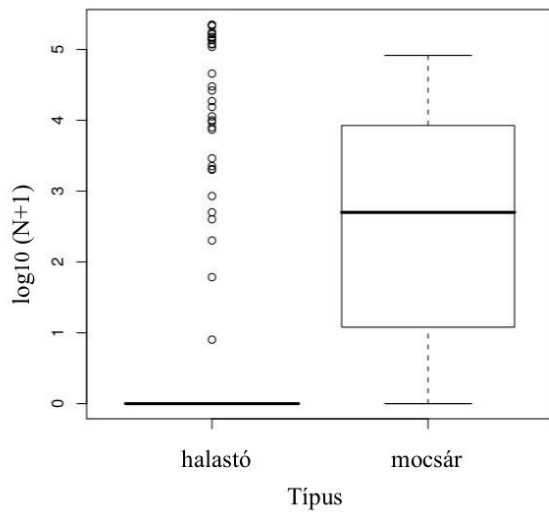
Bírálómmal egyetértve, a budai meteorológiai állomás adatainak trendjére vonatkozó számításaink az orchideák fenológiai trendjeiben tapasztalható mintázatok hátterének megvilágítását célozták, és valóban nem alkalmasak ok-okozati viszonyok keresésére, viszont megbízhatóan használhatók az időbeli trendek életmenet-jellegekkel és filogenetikai viszonyokkal való kapcsolatok keresésére, hasonlóan számos nemzetközi vizsgálathoz (Møller et al. 2010). A budai adatsor homogenizált változatát nem ismertük, amit egy következő vizsgálatban Opponensem információja alapján alkalmazni fogunk tudni.

11.”A 4.3 alfejezet ismét a darvakról, azok éjszakai pihenőhelyének megválasztásáról szól, ezúttal a zavarásoktól vett távolság mellett kiegészülve a vizes táborhely méretének, alakjának és természetes vagy kezelt voltának a függvényében. Ez a fejezet különösen rövid, csak 1,5 oldal és megállapításait semmilyen illusztráció nem támasztja alá. Így, bár a minta más jellegű és más időszakból származik, helyesebb lett volna összevonni az előző ponttal. zavaros a megállapítások egy része (pl.”... bár a legnagyobb csapatok a lecsapolt tavakon éjszakáznak, a madarak összességében jobban preferálják a mocsarakat.”).”

Egyetérttek Bírálómmal, hogy a kérdéses fejezetet érdemes lett volna összevonni a megelőző fejezettel, és a darvak zavarásérzékenységének eltérő földrajzi skálákon tapasztalható mintázatait összefoglalni. Az idézett összefüggés vizsgálatánál a következőképpen jártam el (Végvári & Barta 2015). Az éjszakázóhelyek foglaltságát bináris függő változóként kezelve, az élőhely geometriai és zavartsági jellemzőit pedig független változóként beéptve általános lineáris modelleket alkottam, binomiális hibaeloszlást feltételezve logit link függvényt alkalmazva. Első lépésben minden magyarázó változót szerepeltettem a modellben, melyek közül a legalacsonyabb z-értékű változókat távolítottam el a következő lépésben. Ezt az eljárást addig folytattam, míg már nem lehetett $|z| > 2$ értékkel jellemzett magyarázó változót eltávolítani, ahol $|z| > 2$ szignifikáns összefüggést jelez (Pinheiro & Bates 2000, Crawley 2007). Az eljárás eredményeként az élőhely típusa (halastó vagy mocsár) szignifikáns hatást mutatott az elfoglalás valószínűségére (paraméter-bebecslés \pm SD = $6,457e \pm 1.680$, $z = 3.843$; 1. Ábra), ahol a mocsarak esetében magasabb volt a foglaltság valószínűsége, viszont a legnagyobb, kiugró létszámokat halastavakon lehetett észlelni (2. Ábra).



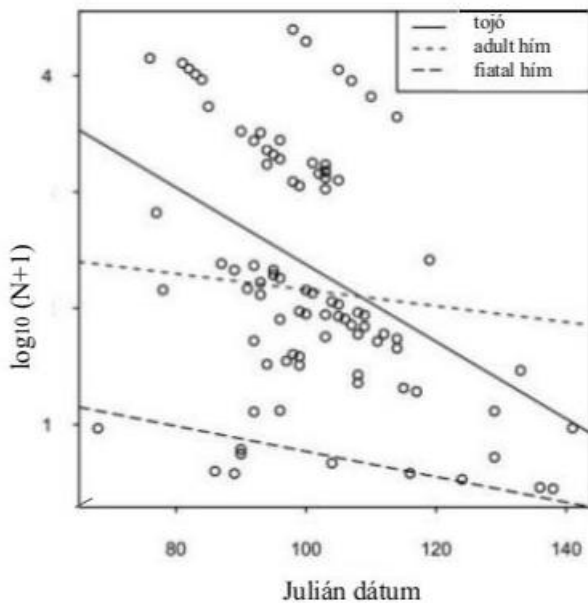
1. Ábra. A Hortobágyon átvonuló darvak éjszakázóhelyeinek elfoglalási valószínűsége az élőhely-típus függvényében.



2. Ábra. A Hortobágyon átvonuló darvak éjszakázóhelyenkénti számának logaritmus-transzformált értéke az élőhelytípus függvényében.

12.”A 4.4 alfejezet a helyben élő túzok kakasok éjszakázó helyek szerint megfigyelt számát szembesíti a dürgés periódusában olyan körülményekkel, mint az utak sűrűsége és a települések távolsága, a szarvasmarhák és a juhok állásának távolsága és a megfigyelt tojók száma. Bár a tömör leírásnak itt sem érthető minden lépése, pl. területi autokorreláció, négyzetgyökös transzformáció.”

A modellépítést megelőzően a megfigyeléses adatokon alapuló egyedszámokon négyzetgyökös transzformációt végeztünk, hogy azok jobban közelítsék a normáleloszlást (3. ábra; Crawley 2007). Mivel a csoportokban dürgő, úgynevezett lekking-típusú fajok párzási időszakban térben gyakran aggregáltak fordultak elő, térbeli autokorreláció léphet fel az adatokban. Ezt a lehetséges hatást más vizsgálatok eredményei alapján úgy vettük figyelembe a modellekben, hogy ezekhez úgynevezett térben súlyozott autologisztikus kifejezést adtunk, ami minden egyes felmérési pontnál az azt egy adott sugarú körben található megfigyelési pontok távolsággal súlyozott összege (Gray et al. 2007). A kör optimális sugarát úgy kerestük meg, hogy az egyes modellekhez tartozó autologisztikus kifejezést 0-2000 méteres intervallumban 250 m-es lépésenként kiszámítottuk, majd pedig a modell-devianciában tapasztalható legnagyobb csökkenést okozó sugárértéket használtuk a modellegyszerűsítés következő lépésében. Ezen eljárás eredményeként a legnagyobb deviancia-csökkenést konzisztensen $k=1000$ m-es sugárnál kaptuk. A minimális adekvát modellek autokorrelációját a reziduálisok térbeli kapcsoltságának számításával, a Moran-féle I-statisztika alkalmazásával jellemeztük (Osborne et al. 2001).



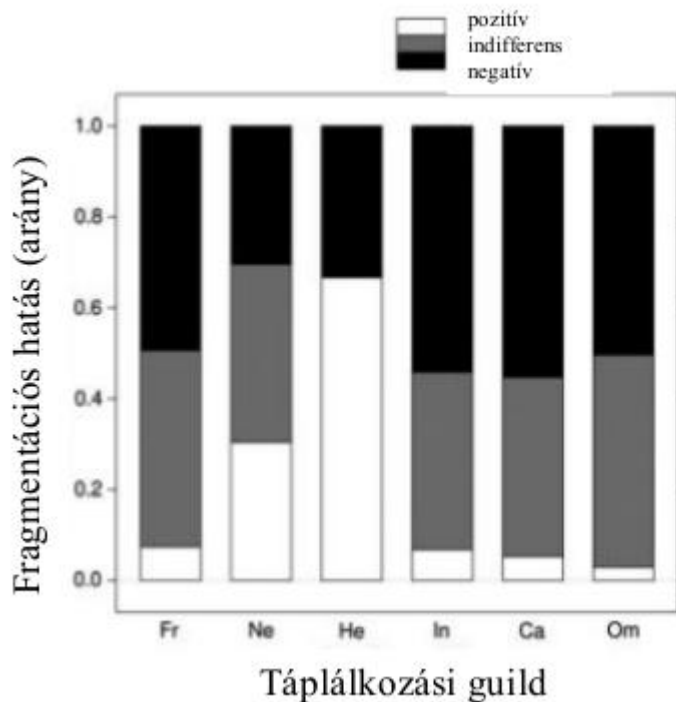
3. Ábra. A Hortobágyon dürgési időszakban megfigyelt tűzokok létszáma kor- és ivaronkénti bontásban.

13.”Ebben a fejezetben van az egyetlen olyan ábra, ami nyers adatok közötti kapcsolatot ábrázol. ebben a 8. ábrában azonban úgy tűnik, hogy a tojók és a kakasok száma közötti kapcsolat meglehetősen laza, ráadásul a mindössze egy tojóhoz (zérus logaritmus) tartozó kakas-számok sokszorozódása dominálja a behúzott egyenes meredekségét. Furcsa, hogy nincs az ábrán 1 (10^0) és 10 (10^1) között előforduló tojó-szám. Nem világos az sem, hogy mi a kapcsolat a korábban jelzett négyzetgyökös transzformáció és az ábra kettős logaritmikus skálája között.”

Az említett 8. ábrán látható egyenes a modellpredikciót mutatja, tehát a hímek prediktált számát a tojók számának függvényében, egyéb térbeli és emberi zavarási faktorokra kontrollálva. Azért nem láthatunk 1-10 közti tojószámot, mert a vizsgálat során a dürgőhelyeken a kakasok nagyobb tojószámot vonzottak a dürgőhelyekre, ami jellemző a térségben élő tűzokok viselkedési mintázataira. A logaritmikus transzformációt az összefüggés ábrázolásának jobb áttekinthetősége miatt tettem be.

14.”A 4.5 alfejezet a különféle erdőlakó állatok számának csökkenését vizsgálja Európa különböző erdeiben az erdők fragmentációja függvényében. Érdekes ez a pont különösen abból a szempontból, hogy Szerző a szakirodalmi forrásokból képezett új, szigorú minőségi kritériumokkal szűrt adatbázist és vizsgálta kvantitatívan a töredezettség hatását a különféle egyedszámokra.”

A kérdéses vizsgálat egyik legfontosabb eredménye volt, hogy a nektár- és növényevő fajokat az átlagtól szignifikánsan erősebb fragmentációs hatások érték, mint a többi guildet (lineáris vegyes modell post-hoc tesztje, $p < 0.001$; 4 ábra).



4.ábra. Az egyes neotropikus gerinces táplálkozási guildéken mért fragmentációs hatás. A táplálkozási guildék rövidítései: Fr = gyümölcs- és magevők; Ne = nektárevők; He= növényevők; In=rovarevők; Ca = ragadozók; Om= mindenevők.

15.”Végül, nem világos, mi értelme van a Kitekintés fejezetnek, amelyben szerző távolabbi terveit ismerteti. Ezek eléggé laza kapcsolatban vannak azokkal, amikkel Szerző a DSc címre pályázik, viszont azt a benyomást kelti, mintha a tervezett vizsgálatokat is valamiképpen figyelembe vételre javasolja. Hiányzik ugyanakkor egy olyan fejezet az értekezésből és a tézisfüzetből is, hogy mi a kapott eredmények gyakorlati vagy tudományos alkalmazhatósága, haszna, bár ilyen megfontolások is szerepelnek külön-külön az egyes alfejezetek végén.”

A Kitekintés fejezetben csupán azt céloztam illusztrálni, hogy a disszertációban szerepeltetett kutatások milyen hosszútávú vizsgálatoknak szolgálhatnak alapjául. Egyetértek Opponensemvel abban, hogy hasznos lett volna egy, az ismerttetett vizsgálatok további alkalmazhatóságát összefoglaló fejezet beépítése.

Végezetül köszönöm bírálóm építő jellegű kritikai észrevételeit, és azt, hogy támogatta dolgozatom nyilvános vitára bocsátását. Továbbá tisztelettel kérem válaszaim elfogadását.

Végvári Zsolt

Debrecen, 2016. december 19.

Irodalomjegyzék

Burnham, K.P. & Anderson DR (2002): Model Selection and Multimodel Inference, a Practical Information-Theoretic Approach, 2nd edn. Springer-Verlag, New York, USA.

Crawley, M.J. (2007): The R book. Imperial College London at Silwood Park. UK, pp.527-528.

Elith, J., Kearney, M. & Phillips, S. (2010): The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 330–342.

Freckleton, R.P. (2002): On the misuse of residuals in ecology: regression of residuals vs. multiple regression. *Journal of Animal Ecology* 71: 542-545.

Gray, T.N.E., Chamnan, H., Borey, R., Collar, N.J. & Dolman, P.M. (2007): Habitat preferences of a globally threatened bustard provide support for community-based conservation in Cambodia. *Biological Conservation* 138: 341-350.

Martins, E.P. & Hansen, T.F. (1997): Phylogenies and the comparative method, a general approach to incorporating phylogenetic information into the analysis of interspecific data. *American Naturalist*, 149, 646–667.

Møller, A.P., Fiedler, W. & Berthold, P. (2010): Effects of climate change on birds. Oxford University Press.

Osborne, P.E., Alonso, J.C. & Bryant, R.G. (2001): Modelling landscape-scale habitat use using GIS and remote sensing: a case study with Great Bustards. *Journal of Applied Ecology* 38: 458-471.

Pagel, M. (1997): Inferring evolutionary processes from phylogenies. *Zoologica Scripta* 26: 331–348.

Pagel, M. (1999): Inferring the historical patterns of biological evolution. *Nature* 401: 877–884.

Parmesan, C. (2006): Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 37: 637-669.

Pearce-Higgins, J.W., Rhys E. Green, R.E (2014): Birds and climate change: impacts and conservation responses. Cambridge University Press.

Pinheiro, J.C. & Bates, D.M. (2000): Mixed-effects in S and S-Plus.

Pope, K.S., Dose, V., Da Silva, D., Brown, P.H., Leslie, C.A. and DeJong, T.M. (2013): Detecting nonlinear response of spring phenology to climate change by Bayesian analysis. *Global change biology* 19(5): 1518-1525.

Végvári, Z. & Barta, Z. (2016): Multivariate climatic effects and declining avian populations in an alkaline grassland complex. *Climate Research* 68(1): 39-48.

Végyári, Z., Valkó, O., Deák, B., Török, P., Konyhás, S. & Tóthmérész, B. (2016) Effects of land use and wildfires on the habitat selection of Great Bustard (*Otis tarda* L.)—implications for species conservation. *Land Degradation & Development* 27: 910–918.

Warren, D.L., Glor, R.E. & Turelli, M. (2010): ENMTools: a toolbox for comparative studies of environmental niche models. *Ecography* 33: 607-611.