

**Βιοποικιλότητα στο Εθνικό Πάρκο
Δάσους Δαδιάς - Λευκίμης - Σουφλίου:
Μαθήματα Διατήρησης για Προστατευόμενες Περιοχές**

Πρακτικά Συνεδρίου
Δαδιά, 14-15 Νοεμβρίου 2015

Επιμέλεια Έκδοσης
Δημήτριος Ε. Μπακαλούδης

Μοντελοποίηση της καταλληλότητας θέσεων φωλιάσματος του Μαυρόγυπα (*Aegypius monachus*) στο ΕΠ ΔΛΣ ως εργαλείο διατήρησης του είδους

Ποϊραζίδης Κ.¹, Γκούτνερ, Β.², Σκαρτσή Θ.³, Στάμου, Γ.²

¹ΤΕΙ Ιονίων Νήσων, Τμήμα Τεχνολόγων Περιβάλλοντος, Τομέας Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Οικολογίας, Παναγούλα 291 00 - Ζάκυνθος, E-mail: ecopoira@yahoo.gr

²Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστημιούπολη, 541 24 - Θεσσαλονίκη, E-mail: vgoutner@bio.auth.gr

³WWF-Ελλάς, Πρόγραμμα Δαδιάς 684 00 Δαδιά, E-mail: ecodadia@otenet.gr

Εισαγωγή

Ο Μαυρόγυπας (*Aegypius monachus*), είναι το μεγαλύτερο αρπακτικό πουλί στη Δυτική Παλαιαρκτική. Στην Ευρώπη, ο χώρος αναπαραγωγής του περιορίζεται σε ορισμένες περιοχές στην Ισπανία, Γαλλία και στις νοτιοανατολικές περιοχές των Βαλκανίων. Η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα στην νοτιοανατολική Ευρώπη που διατηρεί αναπαραγόμενο πληθυσμό και η μοναδική περιοχή αναπαραγωγής του, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στα Βαλκάνια, είναι το Εθνικό Πάρκο δάσους Δαδιάς-Λευκίμης-Σουφλίου (εφεξής ΕΠ ΔΛΣ). Οι λόγοι στους οποίους οφείλεται η μείωση του πληθυσμού στην Ελλάδα είναι η απώλεια βιοτόπων, η ελάττωση της διαθέσιμης τροφής ταυτόχρονα με αλλαγές στην εκτροφή των κτηνοτροφικών ζώων και η θανάτωση από δηλητηριασμένα δολώματα (Αδαμακόπουλος κ.ά. 1995).

Η μεταβολή και απώλεια των κατάλληλων βιοτόπων είναι από τις σοβαρότερες απειλές για τους πληθυσμούς των αρπακτικών πουλιών (Newton, 1979). Πρόσφατες μελέτες αποδεικνύουν ότι η ποσοτικοποίηση της επιλογής των βιοτόπων από τα αρπακτικά πουλιά μπορεί να κάνει δυνατή την πρόβλεψη της παρουσίας των ειδών και επομένως να συνεισφέρει σημαντικά στην λήψη μέτρων προστασίας για τα απειλούμενα είδη (Suarez et al. 2000, Loya et al. 2001). Ο χώρος φωλιάσματος των πουλιών είναι μία σύνθετη έννοια που περιλαμβάνει τόσο την κλίμακα του χώρου όσο και του χρόνου. Σε ποιο ή ποια επίπεδα τελικά συμβαίνει η επιλογή και ποιοι παράγοντες συμβάλλουν περισσότερο από άλλους, μπορεί να εξακριβωθεί μόνο μέσα από μία κλιμακωτή (*multiscale*) ανάλυση του χώρου φωλιάσματος (Sanchez-Zarata & Calvo 1999, Martinez et al. 2003).

Τα αντικείμενα της μελέτης αυτής ήταν: (α) ο προσδιορισμός των χαρακτηριστικών του βιότοπου που είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την αναπαραγωγή του Μαυρόγυπα στην περιοχή, (β) η κατασκευή μοντέλων για πρόβλεψη των κατάλληλων βιοτόπων αναπαραγωγής, και (γ) ο προσδιορισμός και χαρτογράφηση των πιθανών μελλοντικών χώρων φωλιάσματος του Μαυρόγυπα στο ΕΠ ΔΛΣ.

Μέθοδοι και υλικά

Για την ανάπτυξη του μοντέλου επιλογής βιοτόπου, χρησιμοποιήθηκαν δύο ανεξάρτητα δείγματα, το ένα για τη διαμόρφωση (*calibration*) και το άλλο για τον έλεγχο (*evaluation*) του μοντέλου (Guisan & Zimmermann 2000). Το δείγμα για τη διαμόρφωση προέκυψε από 25 ενεργές φωλιές του 2001 και το δείγμα για τον έλεγχο από 56 διαφορετικές φωλιές που ήταν ενεργές από το 1987 μέχρι το 2000.

Υπάρχουν δύο γενικές τάσεις στην κατασκευή των μοντέλων που αφορούν σχέση ειδών και βιοτόπων. Η πρώτη (*deductive modeling*), βασίζεται σε προϋπάρχουσα γνώση για το είδος που μελετείται, ενώ η δεύτερη (*inductive modeling*), ακολουθεί εμπειρικές μεθόδους. Στη δεύτερη περίπτωση, οι σημαντικές περιβαλλοντικές παράμετροι που αναγνωρίζονται από τις

αναλύσεις δεν είναι απαραίτητα σημαντικές για το μελετούμενο είδος, αλλά απλώς σχετίζονται περισσότερο με την παρουσία του είδους στη συγκεκριμένη περιοχή (James & McCulloch 2002). Η επιλογή των παραμέτρων για τη μελέτη και ανάλυση του βιοτόπου φωλιάσματος είναι ιδιαίτερα σημαντική στη σωστή εφαρμογή εμπειρικών μοντέλων. Γι' αυτό, αν στόχος είναι η εξαγωγή οικολογικών συμπερασμάτων από τις αναλύσεις αυτές, η επιλογή πρέπει να ακολουθεί ορισμένα κριτήρια. Επειδή στόχος της μελέτης ήταν τόσο η διερεύνηση της διαφοροποίησης των περιοχών φωλιάσματος από την υπόλοιπη περιοχή, όσο και η αναγνώριση των παραγόντων που συμβάλλουν στην επιλογή των θέσεων φωλιάσματος, η προσέγγιση που ακολουθήθηκε ήταν μια τροποποίηση των εμπειρικών μεθόδων.

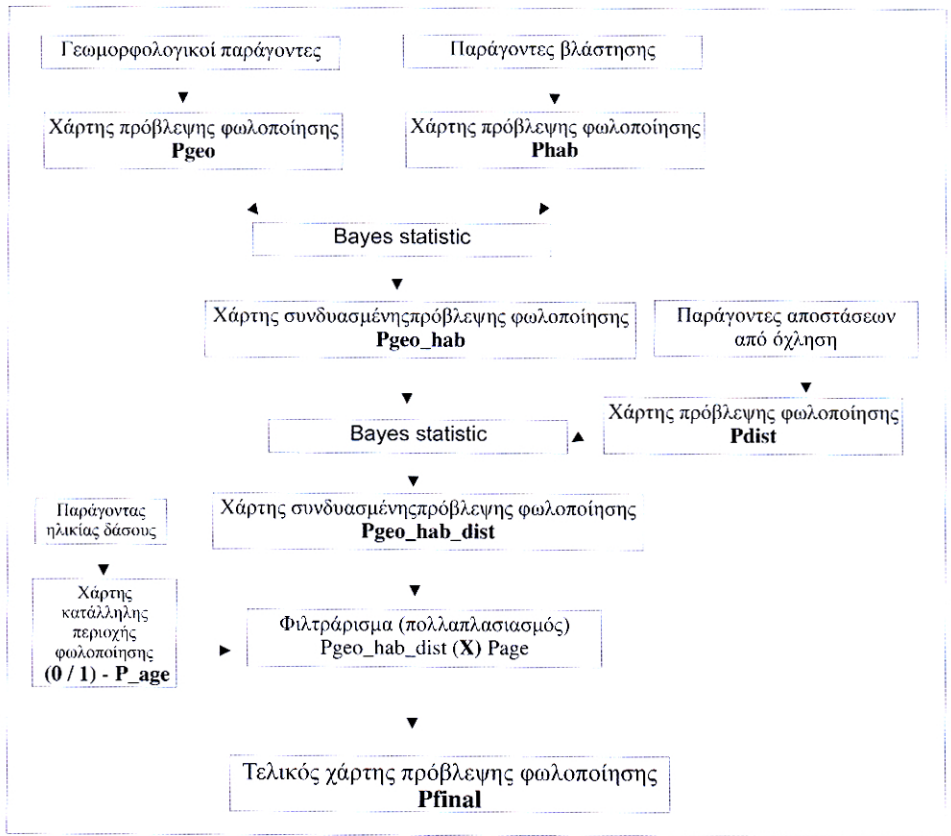
Τα βασικότερα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη ήταν τα εξής:

- Η ύπαρξη διαθέσιμων πληροφοριών στο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφόρησης (GIS) σχετικές με την περιοχή.
- Η οικολογική σημασία των παραμέτρων για το είδος.
- Η ύπαρξη στατιστικής σημαντικής σχέσης των παραμέτρων με την παρουσία του είδους.

Οι παράγοντες που επιλέχθηκαν για εισαγωγή στη διαδικασία δημιουργίας των μοντέλων αντιστοιχούσαν σε δύο χωρικές κλίμακες, η πρώτη στο μικροενδιαίτημα (μικροπεριβάλλον) και η δεύτερη στο επίπεδο τοπίου (μακροπεριβάλλον). Στην πρώτη κλίμακα (επίπεδο μικροενδιαίτηματος φωλιάς), αναλύθηκαν τα χαρακτηριστικά του δέντρου φωλιάς και της δομής του δάσους σε κύκλο ενός στρέμματος (0,1 ha) γύρω από τη φωλιά (ακτίνα 17,85 m). Στη δεύτερη κλίμακα (επίπεδο τοπίου), αναλύθηκαν μεταβλητές που αφορούν στη γεωμορφολογία, τύπους βλάστησης και παράγοντες ενόχλησης. Οι μεταβλητές αυτές μετρήθηκαν στο GIS που διαμορφώθηκε για την περιοχή μελέτης. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε τρεις κλίμακες: στη θέση φωλιάς (μέτρηση σημείου), σε κύκλο 50 m και σε κύκλο 150 m γύρω από τις φωλιές, για να μελετηθεί η επίδραση της κλίμακας στην επιλογή του κάθε χαρακτηριστικού.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το ενδιαίτημα φωλιάσματος είναι μια σύνθετη έννοια τόσο όσον αφορά στον αριθμό των παραγόντων που συμμετέχουν, όσο και στις διαφορετικές χωρικές κλίμακες που οι παράγοντες αυτοί επιδρούν για την επιλογή μιας θέσης από το μελετούμενο είδος. Όταν γίνεται ταυτόχρονη διερεύνηση σε ένα μεγάλο σύνολο παραγόντων που αποτελούνται από διαφορετικές ενότητες (π.χ. γεωμορφολογία, βλάστηση, ανθρώπινη ενόχληση κτλ.), είναι δύσκολο να προσδιοριστεί η σχετική σημασία κάθε ενότητας στην διαμόρφωση της καταλληλότητας ενός ενδιαίτηματος για το μελετούμενο είδος. Ένας πρακτικός τρόπος για να εμβαθύνουμε περισσότερο στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν ανάμεσα στο είδος (που καθορίζονται από τη βιολογία του) και το περιβάλλον (που καθορίζονται από επιδράσεις φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων), είναι η ανάλυση της επίδρασης των παραγόντων κατά συγγενείς ενότητες. Στην μελέτη αυτή διακρίθηκαν τέσσερις υποομάδες (ενότητες) συγγενών μεταβλητών, α) χαρακτηριστικά των δέντρων φωλιάς και της δομής του δάσους γύρω από αυτά, β) γεωμορφολογικές μεταβλητές, γ) τύποι βλάστησης και δ) μεταβλητές ενόχλησης. Σε κάθε υποομάδα αναγνωρίστηκαν οι σημαντικές μεταβλητές που συμβάλλουν στην επιλογή και αναπτύχθηκαν ανεξάρτητα λογιστικά μοντέλα.

Για τις υποομάδες β, γ, και δ, από τα μοντέλα δημιουργήθηκαν αντίστοιχοι χάρτες πιθανότητας φωλιάσματος στο GIS (*probability of occurrence for nest sites*). Η συσχέτιση των μοντέλων που προέκυψαν από αυτές τις ενότητες (β, γ, δ) έγινε με στατιστική Bayes μέσα από το περιβάλλον του GIS (Σχ. 1). Η Bayes στατιστική επιτρέπει την αναθεώρηση των πιθανοτήτων που έχουν προκύψει από ένα μοντέλο με βάση τις νέες πιθανότητες που έχουν υπολογιστεί από ένα δεύτερο μοντέλο (Osborne et al. 2001).

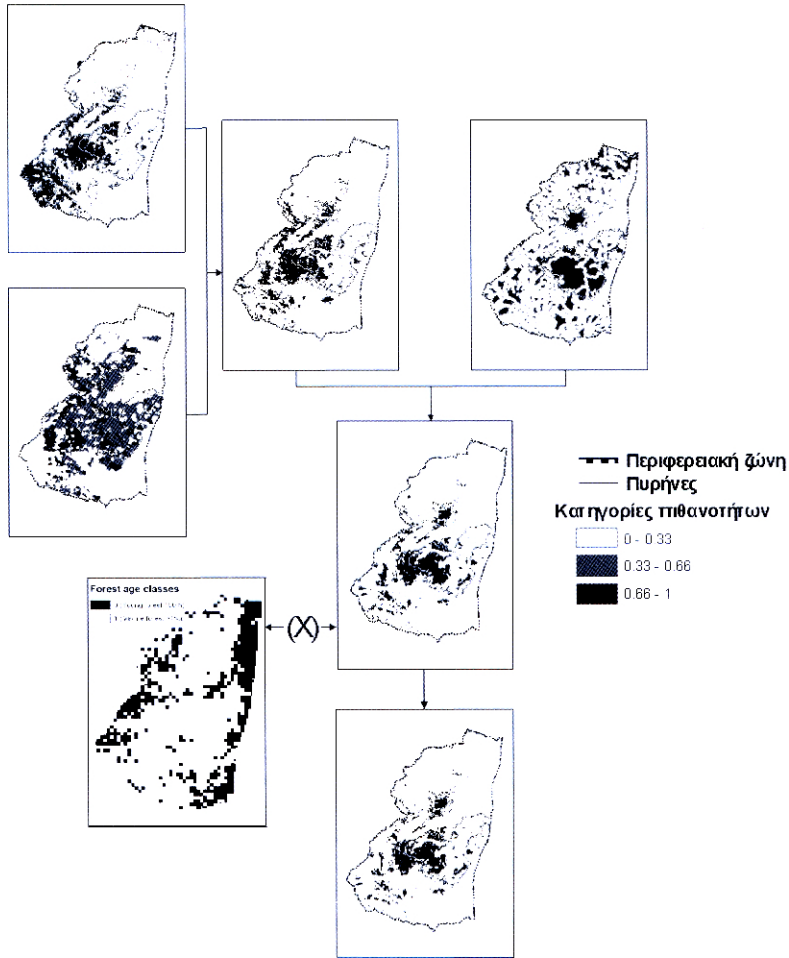


Σχήμα 1. Σχεδιασμός και στρατηγική της ανάλυσης για την πρόβλεψη των θέσεων φωλιάσματος του Μαυρόγυπα στο ΕΠ ΔΛΣ.

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Σε σχέση με το μικροενδιαίτημα, ο Μαυρόγυπας δείχνει επιλογή δέντρων με μεγαλύτερο DBH, αλλά με χαμηλότερο ύψος από αυτά στα τυχαία δείγματα, ενώ και ο συνολικός αριθμός δέντρων ήταν σημαντικά μικρότερος γύρω από τις φωλιές. Σε κλίμακα χώρου, επιλέγει θέσεις φωλιάσματος σε μεγαλύτερα υψόμετρα και απότομες κλίσεις. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, διαμορφώθηκαν ανεξάρτητα μοντέλα καταλληλότητας για τη γεωμορφολογία, βλάστηση και όχληση και με τη χρησιμοποίηση της Bayes στατιστικής, συνδυάστηκαν οι χάρτες πιθανότητας της γεωμορφολογικής ανάλυσης (που χρησιμοποιήθηκε ως ο αρχικός χάρτης πιθανοτήτων) και της ανάλυσης της βλάστησης (που χρησιμοποιήθηκε ως χάρτης πιθανοτήτων αναθεώρησης). Από αυτή τη διαδικασία δημιουργήθηκε ένας συνδυασμένος χάρτης πιθανοτήτων βασισμένος και στις δύο ομάδες (GEOVEG). Η αντίστοιχη καμπύλη ROC έδειξε την πολύ μεγάλη ακρίβεια του μοντέλου με $AUC = 0,952 \pm 0,033$ ($P < 0,001$). Χρησιμοποιώντας την ίδια διαδικασία, συνδυάστηκαν ο χάρτης πιθανοτήτων GEOVEG με αυτόν που προέκυψε από τις αποστάσεις από τις πηγές όχλησης. Ο νέος χάρτης πιθανοτήτων για το Μαυρόγυπα που δημιουργήθηκε, συνδυάζει και τις τρεις υποομάδες μακρο-μεταβλητών (GEOVEGDIS). Η αντίστοιχη καμπύλη ROC έδειξε την πολύ μεγάλη ακρίβεια του μοντέλου με $AUC = 0,946 \pm 0,037$ ($P < 0,001$). Για να ενσωματωθούν τα αποτελέσματα της ανάλυσης του μοντέλου που αφορά το

μικροενδιάιτημα της φωλιάς στο τελικό συνδυασμένο μοντέλο GEOVEGDIS, χρησιμοποιήθηκε ο χάρτης των ώριμων δασών που είχε δημιουργηθεί στο GIS (Σχ. 2).



Σχήμα 2. Χάρτες πιθανοτήτων εμφάνισης θέσεων φωλιάσματος του Μαυρόγυπα στο ΕΠ ΔΛΣ.

Συμπεράσματα

Σύμφωνα με το γεωμορφολογικό μοντέλο, οι φωλιές κατασκευάστηκαν σε πλαγιές με μεγάλες κλίσεις και υψόμετρα. Η προτίμηση για φωλιάσμα σε αραιά δασωμένες πλαγιές με απότομες κλίσεις παρέχουν καλύτερες ευκαιρίες για ευκολία στην πτήση, για αναζήτηση τροφής και για προστασία από θηρευτές (Donazar et al. 2002). Διαφορετικές ομάδες μεταβλητών επηρεάζουν την επιλογή βιοτόπου από ένα είδος σε διαφορετικές χωρικές κλίμακες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των ανεξάρτητων μοντέλων αυτής της μελέτης, οι μεταβλητές του αναγλύφου ήταν οι σημαντικότερες στο επίπεδο τοπίου, ενώ τα χαρακτηριστικά βλάστησης καθόριζαν την επιλογή σε μικρότερη κλίμακα. Στο επίπεδο μικροενδιαίτηματος της φωλιάς, φαίνεται ότι τα ώριμα πεύκα είναι σημαντικά στους Μαυρόγυπες, επειδή όλες οι φωλιές κατασκευάστηκαν σε τέτοια δέντρα. Η μοντελοποίηση της βλάστησης έδειξε ότι οι

Μαυρόγυπες δεν περιορίζονται μόνο στα αμιγή δάση πεύκων, αλλά θα μπορούσαν επίσης να φωλιάσουν και στις μικτές συστάδες πεύκης/δρυός ή στα δάση πλατύφυλλων με μεμονωμένα ώριμα πεύκα. Οι δρόμοι είχαν ισχυρότερη και ανεξάρτητη αρνητική επίπτωση από την επίδραση των οικισμών και των απομονωμένων κατοικιών. Ο Μαυρόγυπας θεωρείται ευαίσθητος στην όχληση (Donazar et al. 2002) και η αποφυγή των δρόμων και των οικισμών έχει επίσης τεκμηριωθεί και σε άλλες μελέτες (Fargallo et al. 1998).

Το τελικό μοντέλο έδειξε υψηλές τιμές σε όλες τις αξιολογήσεις για την πρόβλεψη περιοχών φωλιάσματος. Τα μοντέλα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι ο ιδανικός βιοτόπος φωλιάσματος του είδους αυτού είναι η παρουσία ώριμων δέντρων σε απότομες πλαγιές, τα οποία περιβάλλονται από αραιά δάση με παρουσία ανοιγμάτων ή με βλάστηση χαμηλού ύψους. Αυτός ο ειδικός τύπος βλάστησης ήταν το αποτέλεσμα της επίδρασης δασικών πυρκαγιών στο παρελθόν. Η διατήρηση αυτού του μικροβιοτόπου των θέσεων φωλιάσματος με διαχείριση της νεαρής βλάστησης γύρω από τις φωλιές, θα πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά. Επειδή αυτή η διαχειριστική δράση απαιτεί εντατική ανθρώπινη παρουσία, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στο χρόνο εκτέλεσης των εργασιών και στις χρησιμοποιούμενες μεθόδους.

Ο τελικός χάρτης πιθανότητας κατάλληλων περιοχών φωλιάσματος δείχνει ότι το μεγαλύτερο τμήμα των πιο σημαντικών βιοτόπων αναπαραγωγής του Μαυρόγυπα περιλαμβάνεται μέσα στα όρια της ζώνης αυστηρής προστασίας. Τα μέτρα προστασίας που έχουν παρθεί από την πολιτεία είναι ικανοποιητικά για την προστασία τους στην περιοχή. Η σταδιακή πύκνωση του δάσους γύρω από τις θέσεις φωλιάσματος θα πρέπει να παρακολουθείται συστηματικά. Η βόσκηση, μια παραδοσιακή δραστηριότητα που δεν επηρεάζει την αναπαραγωγή του Μαυρόγυπα, διατηρεί τα ανοίγματα στα δάση και μειώνει τον κίνδυνο των φωτιών. Παρόλα αυτά η κτηνοτροφία έχει μειωθεί σημαντικά και επομένως η ανάπτυξη αυτής της δραστηριότητας είναι επιθυμητή.

Κατάλληλες περιοχές φωλιάσματος, εν μέρει χρησιμοποιούμενες, βρίσκονται και στην περιφερειακή ζώνη που είναι πολύ σημαντική για την προστασία του Μαυρόγυπα, καθώς περιέχει πολλές εν δυνάμει κατάλληλες θέσεις φωλιάσματος για το είδος. Επομένως, ειδική προσοχή πρέπει να δίνεται στην μακροχρόνια διαχείρισή τους. Κατάλληλα δέντρα φωλιάς τα οποία θα πρέπει να διατηρούνται, δεν βρίσκονται μόνο στα πευκοδάση της περιοχής, αλλά επίσης και σε μια ευρύτερη ζώνη που περιλαμβάνει μικτά δάση δρυός/πεύκης και αμιγή πλατύφυλλα δάση. Οι υλοτομικές εργασίες και άλλες πηγές όχλησης σε περιοχές που υπάρχει φωλιάσμα από ζεύγη Μαυρόγυπα θα πρέπει να περιορίζονται στη φθινοπωρινή περίοδο και η οδική πρόσβαση σε σημαντικές θέσεις της περιοχής θα πρέπει να ελέγχεται με μπάρες με ευθύνη της Δασικής Υπηρεσίας. Μελλοντικές αλλαγές στους κατάλληλους βιοτόπους για φωλιάσμα του Μαυρόγυπα αναμένονται εξαιτίας ανθρώπινων δραστηριοτήτων και φυσικών αιτιών (π.χ. πυρκαγιά 2011). Τέτοιες αλλαγές θα πρέπει να ελέγχονται περιοδικά στα πλαίσια του συστηματικού σχεδίου παρακολούθησης και το τελικό μοντέλο θα μπορούσε να συμμετέχει στην πρόβλεψη της καταλληλότητας των βιοτόπων του Μαυρόγυπα όταν κρίνεται απαραίτητο.

Βιβλιογραφία

- Αδαμακόπουλος, Τ., Γκατζογιάννης, Σ. & Ποίραζιδης, Κ. (επιμ. έκδοσης) (1995) *Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη δάσους Διαδιάς*. (Αδημοσίευτη εργασία). Αθήνα. WWF-Ελλάς, 440 σελ. (Αδημοσίευτη εργασία).
- Donazar, J.A., Blanco, G., Hiraldo, F., Soto-Largo, E. & Oria, J. (2002) Effects of forestry and other land-use practices on the conservation of Cinereous Vultures. *Ecological Applications*, **12**(5), 1445-1456.
- Fargallo, J.A., Blanco, G. & Soto-Largo E. (1998) Forest management effects on nesting habitat selected by Eurasian Black Vultures *Aegypius monachus* in central Spain. *Journal of Raptor Research*, **32**(3), 202-207.

- Guisan, A. & Zimmermann, N.E. (2000) Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, **135**, 147 – 186.
- James, F. & McCulloch, C.E. (2002) Predicting species presence and abundance. In: *Predicting Species Occurrences: Issues of Accuracy and Scale*. (Eds. Scott, J.M., Heglund, P.J., Morrison, M., Haufler, J., Raphael, M., Wall, W., & Samson, F.). Pages 461-465. Island Press, Washington, DC.
- Loyn, R.H., McNabb, E.G., Volodina, L. & Willig, R. (2001) Modelling landscape distributions of large forest owls as applied to managing forests in north-east Victoria, Australia. *Biological Conservation*, **97**, 361-376.
- Martinez, J.A., Serrano, D. & Zuberogoitia, I. (2003) Predictive models of habitat preferences for the Eurasian eagle owl *Bubo bubo*: a multiscale approach. *Ecography*, **26**, 21-28.
- Newton, I. (1979). *Population Ecology of Raptors*. T & AD Poyser, London.
- 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.
- Sanchez-Zapata, A.J. & Calvo, F.J. (1999) Raptor distribution in relation to landscape composition in semi-arid Mediterranean habitats. *Journal of Applied Ecology*, **36**, 254-262.
- Suarez, S., Balbontin, J. & Ferrer, M. (2000) Nesting habitat selection by booted eagles *Hieraetus pennatus* and implications for management. *Journal of Applied Ecology*, **37**, 215-223.