



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ
ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΕΠΟΧΗ ΕΩΣ ΤΗΝ ΥΣΤΕΡΗ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ:
ΕΛΛΑΔΑ, ΑΙΓΥΠΤΟΣ, ΕΓΓΥΣ ΑΝΑΤΟΛΗ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

***«Η ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΕΛΕΦΑΝΤΟΛΟΝΤΟ ΜΕ
ΒΑΣΗ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ»***

ΤΣΑΛΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ



ΡΟΔΟΣ, *Ιούνιος 2017*

Εικόνα εξωφύλλου: Πλακίδιο από ελεφαντόδοντο που απεικονίζει συμπλοκή λέοντα και γρύπα. 14^{ος}-13^{ος} αι. π.Χ.
Αρχαιολογικό Μουσείο Δήλου.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ
ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΗ ΕΠΟΧΗ ΕΩΣ ΤΗΝ ΥΣΤΕΡΗ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ:
ΕΛΛΑΔΑ, ΑΙΓΥΠΤΟΣ, ΕΓΓΥΣ ΑΝΑΤΟΛΗ»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΣΑΛΛΙΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

A.M: 4352015029

***«Η ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΠΡΟΪΣΤΟΡΙΚΩΝ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟ ΜΕ
ΒΑΣΗ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ»***

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΓΕΩΡΓΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΕΜΠ

ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΤΡΟΠΗ:

ΔΡΙΒΑΛΙΑΡΗ ΑΝΔΡΟΝΙΚΗ ΛΕΚΤΟΡΑΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΜΑΝΟΛΗΣ ΣΤΕΦΑΝΑΚΗΣ ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ, ΠΑΝ/ΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΡΟΔΟΣ, *Ιούνιος 2017*

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, «*Αρχαιολογία της Ανατολικής Μεσογείου: Ελλάδα, Αίγυπτος, Εγγύς Ανατολή*», του Τμήματος Μεσογειακών Σπουδών του Πανεπιστημίου Αιγαίου και γι αυτό το λόγο θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στο Τμήμα που μου έδωσε την ευκαιρία να πραγματοποιήσω το στόχο μου. Η πραγματοποίησή του δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την πολύτιμη συμβολή ορισμένων προσώπων στα οποία οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου στην κα Μαρίνα Παναγιωτάκη για τις σημαντικές υποδείξεις και παρατηρήσεις της κατά τα στάδια της σύνθεσης της εργασίας. Η καθοδήγησή της και οι συμβουλές της, τόσο σε επιστημονικό όσο και σε φιλικό επίπεδο, έγιναν πολύτιμοι αρωγοί στη διεκπεραίωση αυτής της εργασίας. Η επιστημονική της κατάρτιση, η αγάπη της για την αρχαιολογία και η σχέση της με τους φοιτητές της αποτέλεσαν παράδειγμα και έμπνευση για μένα. Ευχαριστίες οφείλω επίσης στην κα Ευαγγελινή Μάρκου, για την προθυμία με την οποία δέχτηκε και συζήτησε μαζί μου κρίσιμους προβληματισμούς καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου. Θερμά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Ανδρέα Γεωργόπουλο, όπως επίσης τα λοιπά μέλη της επιτροπής αξιολόγησης, κα. Ανδρονίκη Δριβαλιάρη και κ. Εμμανουήλ Στεφανάκη για την αποτελεσματική συνεργασία και συμβολή τους στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω τους φίλους που με ενθάρρυναν σε κάθε στάδιο των σπουδών μου, τους συναδέλφους μου για την υπομονή τους και την κατανόηση που έδειξαν όλο αυτό το διάστημα που χρειάστηκε να αφιερωθώ στην εκπόνηση αυτής της εργασίας και τους συμφοιτητές μου για την αμέριστη συμπαράσταση και ανταλλαγή απόψεων για την εκπλήρωση των κοινών μας στόχων.

Τέλος, βαθύτατες ευχαριστίες επιθυμώ να απευθύνω στην οικογένεια μου, στα αδέρφια μου και τα ανήψια μου Δέσποινα, Καλλιόπη, Δημήτρη και Παναγιώτα για την ηθική στήριξη και κατανόηση που μου έδειξαν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και τέλος στο αγαπημένο μου πρόσωπο που έφυγε στο ξεκίνημα αυτού του όμορφου και εποικοδομητικού ταξιδιού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ-ΒΡΑΧΥΓΡΑΦΙΕΣ.....	8
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟ.....	21
2.1 Τα είδη του ελέφαντα (<i>Loxodonta</i> και <i>Elephas maximus</i>)	21
2.1.1 Ο αφρικανικός ελέφαντας (<i>Loxodonta cyclotis</i> και <i>Loxodonta Africana</i>).....	22
2.1.2 Ο ασιατικός ελέφαντας (<i>Elephas Maximus</i>).....	23
2.1.3 Το μαμούθ (<i>Mammuthus Primigenus</i>).....	24
2.2 Ο ιπποπόταμος (<i>Hippopotamus amphibius</i>).....	25
2.3 Ο αγριόχοιρος ή κάπρος (<i>Sus scrofa</i>).....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟ (ΟΣΤΕΟΛΟΓΙΚΑ, ΕΠΙΓΡΑΦΙΚΑ, ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΙΚΑ κá).....	27
3.1 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου στην ανατολική Μεσόγειο.....	28
3.1.1 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου στη Συρο-Παλαιστίνη.....	28
3.1.2 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου στην Αίγυπτο.....	30
3.2 Στοιχεία για την εμφάνιση του ελέφαντα στην ανατολική Μεσόγειο.....	31
3.2.1 Στοιχεία για την εμφάνιση του αφρικανικού ελέφαντα.....	32
3.2.2 Στοιχεία για την εμφάνιση του ασιατικού και συριακού ελέφαντα.....	35
3.3 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου και του ελέφαντα στην Κύπρο.....	38
3.4 Στοιχεία για την εμφάνιση του κάπρου στην ανατολική Μεσόγειο.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΟΙ ΠΙΘΑΝΟΙ ΔΡΟΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΠΗΓΩΝ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΙΓΙΑΚΟ ΚΟΣΜΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΧΑΥΛΙΟΔΟΝΤΩΝ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΚΑΙ Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΥΣΤΕΡΗ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ	51

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΣΤΟΥΣ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΟΥΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ.....	61
6.1 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στο Αιγαίο.....	62
6.2 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στην Ανατολία.....	67
6.3 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στη Συρία και την Παλαιστίνη.....	69
6.4 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στην Αίγυπτο.....	73
6.5 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στην Κύπρο.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΟΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΩΣΤΕ ΝΑ ΕΠΙΛΕΓΕΙ ΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΧΑΥΛΙΟΔΟΝΤΩΝ.....	82
8.1 Οι χαυλιόδοντες του ελέφαντα και των μαμούθ.....	84
8.2 Οι χαυλιόδοντες του ιπποπόταμου.....	87
8.3 Οι χάλυλοι αγριόχοιρου ή κάπρου.....	88
8.4 Χαυλιόδοντες άλλων θηλαστικών.....	89
8.4.1 Θαλάσσιος ίππος (<i>Odobenus rosmarus</i>).....	89
8.4.2. Φάλαινα φουσητήρας (<i>Physter catodon</i>).....	90
8.4.3. Φάλαινα μονόκερω (<i>Monodon monoceros</i>).....	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. Η ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΡΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ.....	92
9.1. Η χημική σύσταση του ελεφαντόδοντου.....	93
9.2 Οπτικός τρόπος αναγνώρισης των κατασκευασμένων από ελεφαντόδοντο αντικειμένων...99	
9.2.1 Αναγνώριση με βάση τη μορφολογία και τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων.....	100
9.2.2 Αναγνώριση με βάση τα δομικά στοιχεία του αντικειμένου.....	106
9.2.3 Φωτογράφιση υπό UV φωτισμό.....	111
9.2.4 Βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία αναγνώρισης οστέινων αντικειμένων.....	111
9.3 Η εφαρμογή της αναλυτικής χημείας στην αναγνώριση του ελεφαντόδοντου.....	114
9.3.1 Ηλεκτρονική μικροσκοπία Σάρωσης (Scanning electron microscopy, SEM) και Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Διέλευσης (Transmission Electron Microscopy, TEM).....	119
9.3.2 Φασματοσκοπίες δόνησης Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) και Raman spectroscopy.....	121

9.3.3 Φασματοσκοπίες ακτίνων Χ φθορισμού και περίθλασης ακτίνων Χ.....	124
9.3.4 Ισοτοπική ανάλυση αρχαιολογικών αντικειμένων.....	126
9.3.5 DNA	137
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	141
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	154
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	175
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	206
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	217
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	220

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ/ΒΡΑΧΥΓΡΑΦΙΕΣ

ME	Μεσοελλαδικός (-ή)	π.Χ	προ Χριστού
MM	Μεσομινωικός (-ή)	μ. Χ.	μετά Χριστόν
ΠΕ	Πρωτοελλαδικός (-ή)	σημ.	σημείωση (-εις)
ΠΕΧ	Πρώιμη Εποχή του Χαλκού	πίν.	πίνακας (-ες)
ΥΕ	Υστεροελλαδικός (-ή)	αι.	αιώνας
ΥΜ	Υστερομινωικός (-ή)	κέφ.	κεφάλαιο
ΥΕΧ	Υστερη Εποχή του Χαλκού	μ.	μέτρο (-α)
ΜΕΧ	Μέση Εποχή του Χαλκού	εκ.	εκατοστό (-α)
ΥΚ	Υστεροκυκλαδικός (-ή)	χιλ.	χιλιοστό(-α)
ΕΧ	Εποχή του Χαλκού	κ.	κιλό (-α)
ΥΚ	Υστεροκυπριακός (-ή)	χγρ	χιλιόγραμμα
ΠΕΣ	Πρώιμη Εποχή Σιδήρου	βλ.	βλέπε
mg	μικρογραμμάρια	γράφ.	γράφημα
SEM	Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης	Δυν.	Δυναστεία
TEM	Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο διέλευσης	εικ.	εικόνα (-ες)
DNA	Αιθυλενοδιαμινο-τετραοξικό-οξύ	nm	νανόμετρα
PCR	Αλυσιδωτή αντίδραση πολυμέρασης	κ.ο.κ.	και ούτω καθ'εξής
FTIR	Υπέρυθρη Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού κατά Fourier	mg	χιλιοστόγραμμα
HAP	Υδροξυαπατίτης	κ.ά.	και άλλα
		περ.	περίπου
		κ.β.	κατά βάρος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο περιλαμβάνονται συνήθως στα ανασκαφικά ευρήματα από τάφους, εργαστήρια και βασιλικά ανάκτορα και συνήθως θα ήταν σφραγίδες, δοχεία, διακοσμητικές ενθέσεις σε έπιπλα ή και ολόγλυφα αγαλματίδια αργότερα. Τα

αντικείμενα αυτά συχνά δεν έχουν μελετηθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε να γίνεται διάκριση αν προέρχονται από ελέφαντα, ιπποπόταμο, κάπρο ή μαμούθ και επίσης συχνά συγχέονται με άλλα υλικά όπως τα οστά, κέρατα κ.α. Οι πληροφορίες που παρέχονται από τα εικονογραφικά στοιχεία, όσον αφορά στην προέλευσή τους, παραμένουν ασαφείς και αυτό οφείλεται στο διεθνή χαρακτήρα της τέχνης που παρουσιάζεται κατά την περίοδο της YEX, κυρίως, τότε που τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο εμφάνιζαν την μεγαλύτερη διακίνηση. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα μελέτη δεν εξετάζεται τόσο η εικονογραφία των αντικειμένων, όσο γίνεται μια προσπάθεια με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία να πραγματοποιηθεί μια σφαιρική εκτίμηση στις μεθόδους που έχει στα χέρια του ο σύγχρονος ερευνητής να εξάγει όσο το δυνατόν πιο σωστά συμπεράσματα σχετικά με την αναγνώριση του υλικού, την προέλευσή του και τις δυνατότητες που παρέχει, ώστε να γίνει είδος πολυτελείας και αντικείμενο κύρους για τους πολιτισμούς της Ανατολικής Μεσογείου. Οι ξεχωριστές ιδιότητες του υλικού το κατέστησαν σε υψηλή θέση ανάμεσα στα άλλα πολύτιμα υλικά όπως ο χρυσός, ο κασσίτερος, ο χαλκός, ο έβενος, κ.α. που συνόδευαν τους αρχαίους εμπόρους και ταξιδευτές σε μακρινά ταξίδια, για να αποτελέσουν αντικείμενα προσφορών και ανταλλαγών. Κρίθηκε απαραίτητο να εξεταστούν οι πληροφορίες που παρέχονται από τη μελέτη του είδους των θηλαστικών που παρέχουν το υλικό, τα στοιχεία που διασώζονται στο αρχαιολογικό αρχείο για την εμφάνισή τους στις προς εξέταση περιοχές και τις ενδείξεις για ύπαρξη εργαστηρίων επεξεργασίας παράλληλα με τις πηγές απόκτησης του υλικού. Η μορφολογία των χαυλιοδόντων και η χημική τους σύσταση εξετάζονται σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των σύγχρονων φυσικοχημικών μεθόδων ανάλυσης των αντικειμένων σύμφωνα με τη σύγχρονη βιβλιογραφία ώστε να εκτιμηθούν οι πληροφορίες που μπορούν να προσκομιστούν και να απαντηθούν τα όποια ερωτήματα. Με βάση τις εξελίξεις της επιστήμης της αρχαιομετρίας και την αρωγή άλλων επιστημών είναι δυνατό να ερευνηθεί η σύσταση των υλικών, να γίνει η διάκριση του θηλαστικού και ο εντοπισμός του τόπου προέλευσης. Η έρευνα αυτή στην ουσία εξετάζει αν τα στοιχεία που παρέχονται είναι αξιόπιστα για την αναγνώριση του ελεφαντόδοντου και τον προσδιορισμό της προέλευσής του, και σε ποιο βαθμό είναι δυνατό να προσδιοριστεί η ηλικία του δείγματος, ώστε να χρονολογηθούν στο αρχαιολογικό πλαίσιο. Η μελέτη αυτών των αντικειμένων είναι σημαντική καθώς τα συμπεράσματα αφορούν στο εμπόριο, τις σχέσεις και διπλωματία, και την τεχνολογία της εποχής.

ABSTRACT

Objects made of ivory are usually included in the archaeological excavations from tombs, workshops, and royal palaces, as they usually became fine substitutes for seals, boxes, decorative furniture inlays, or even statuettes in round. These objects have often not been studied to a

degree that distinguishes them from hippopotamus, elephant, wild hog or mammoth, and they are often also confused with other materials such as bones, horns etc. The information provided by the pictorial figures as to their origin, remains unclear, and this is due to the international character of the art presented during the period of the LBA, an era when the ivory objects were in the greatest movement. For this reason, the present study does not deal with the iconography of objects as much as is focus on the basis of the international literature to make a global assessment of the methods that the contemporary researcher has in his hands to draw as much as possible conclusions about the characterization of the material, its origins and the capabilities of the raw material and finished object. The distinctive properties of the material made it high among others such as gold, tin, copper, ebony, and so on, which accompanied the ancient merchants and travelers on long journeys, in order to be the offering and exchangeable object. It is considered necessary to examine the information provided by the study of the mammals that provide the material, the data that are preserved in the archaeological archive for their appearance in the areas to be examined, and the indications for the existence of processing laboratories in relation to the sources of material acquisition. Based on developments in the science of archaeometry and the support of other sciences, it is possible to investigate the composition of the material, to distinguish the mammal and determine its origin. This research essentially examines whether the provided data is reliable for the identification of ivory and its origin, to determine the age of the sample and to date the archaeological context. The study of objects is important as the conclusions relate to trade, relations and diplomacy, and the technology of the time.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία και η αρχαιολογία ανήκουν στις ανθρωπιστικές ή θεωρητικές επιστήμες με αντικείμενο τη μελέτη των κοινωνιών του παρελθόντος μέσω της συστηματικής συγκέντρωσης

και ανάλυσης τεκμηρίων του υλικού πολιτισμού τους. Η αρχαιολογία είναι συνυφασμένη με την αναζήτηση, συλλογή, καταγραφή και ταξινόμηση του αρχαιολογικού υλικού και ξεκίνησε σαν μια μάλλον περιγραφική επιστήμη, η οποία εστίαζε κατά κύριο λόγο σε θέματα χρονολόγησης, περιγραφής και ένταξης των αντικειμένων σε κατηγορίες με βάση τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά. Σήμερα όμως έχει εξελιχθεί σε ερμηνευτική επιστήμη, υιοθετώντας μια περισσότερο διεπιστημονική προσέγγιση του υλικού με στόχο την ερμηνεία των κοινωνικών και οικονομικών δομών των αρχαίων λαών. Τα επιτεύγματα τόσο των φυσικών όσο και των θεωρητικών επιστημών αποτελούν πολύτιμους αρωγούς στην ανασύνθεση του παρελθόντος¹.

Τα αρχαιολογικά οργανικά υλικά² αποτέλεσαν σημαντική πηγή πρώτων υλών και χρησιμοποιήθηκαν από τις πρώτες ανθρώπινες κοινωνίες. Ωστόσο, μπορούν σήμερα να χρησιμοποιηθούν ως ιχνηθέτες στις μελέτες προέλευσης³ και κυκλοφορίας τους, όταν τεκμηριωθεί η ακριβής φύση τους, η χημική σύνθεση και τα δομικά τους χαρακτηριστικά υπό μικροσκοπική και νανοσκοπική⁴ κλίμακα. Τα επεξεργασμένα αντικείμενα μπορούν να δώσουν ενδείξεις και πληροφορίες για τις γνωστικές ικανότητες των ανθρώπινων κοινωνιών και τις αρχαίες τεχνικές επεξεργασίας του υλικού που χρησιμοποιήθηκε για εργαλεία και όπλα, όπως καθώς και για τις διαδικασίες παραγωγής αντικείμενων τέχνης⁵. Ακολουθώντας τα βήματα του υλικού από μια οικονομικά προσανατολισμένη θεωρητική προοπτική, τρεις λειτουργικά και γεωγραφικά διακριτές ζώνες μπορούν να εντοπιστούν, μία ζώνη παραγωγής, μια ζώνη συναλλαγών και μια ζώνη κατανάλωσης. Ανιχνεύοντας τη γεωγραφική προέλευση του ακατέργαστου υλικού ή του τεχνουργήματος και την ευρεία κατανομή των αρχαιολογικών οργανικών υλικών αποκαλύπτονται αυτά τα βήματα, οι εμπορικοί δρόμοι, οι τεχνολογικές ανταλλαγές, η κοινωνική οργάνωση των αρχαίων πολιτισμών, και οι διαφορετικοί τύποι των κοινωνικών δραστηριοτήτων⁶ **(εικ.1)**.

Η παρούσα μελέτη εξετάζει τα αντικείμενα που είναι κατασκευασμένα από ελεφαντόδοντο και χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή διαφόρων ειδών αντικειμένων τέχνης

1 Καρτσωτάκη 2012, 1.

2 Για περισσότερες πληροφορίες βλ. Mann (2001) ο οποίος περιγράφει τις γενικές αρχές και την έννοια της βιοανοργανοποίησης και τη σχέση ανάμεσα στη βιολογία και τη χημεία.

3 Σύμφωνα με τον Weiner (2010, 36) η προέλευση σε ένα αρχαιολογικό πλαίσιο αναφέρεται συνήθως στη γεωγραφική τοποθεσία της πηγής της ακατέργαστης ύλης για την παραγωγή ενός αντικειμένου και όχι στην περιοχή που αυτό βρέθηκε.

4 Βλ. Dillmann et al (2016) που δίνει πληροφορίες για την ανάλυση του όρου και αναλύει τέτοιου είδους εφαρμογών στο πεδίο της επιστήμης της αρχαιολογίας.

5 Reiche and Gourrier 2016, 13-4. Πληροφορίες για αρχαίες τεχνικές παραγωγής μπορεί επίσης να συναχθούν από την μελέτη των μετασχηματισμών που προκαλούνται από τη θερμότητα αυτών των υλικών, καθώς σε πολλές περιπτώσεις, τα αντικείμενα υπέστησαν καύση/θέρμανση, ιδιαίτερα κατά τους προϊστορικούς χρόνους.

6 Reiche and Gourrier 2016, 88.

και καθημερινής χρήσης. Αυτά, αντιπροσώπευαν αγαθά πολυτελείας που διακινούνταν στον αρχαίο κόσμο και μεταφέρονταν από περιοχές που το ακατέργαστο υλικό υπήρχε σε αφθονία κι έφταναν σε μέρη που οι άνθρωποι πιθανόν δεν γνώριζαν την εικόνα του θηλαστικού που το παρείχε. Καθώς οι γεωγραφικές περιοχές όπου τα ζώα αυτά έζησαν και οι πολιτιστικές περιοχές, όπου το υλικό χρησιμοποιήθηκε, δεν συμπίπτουν απαραίτητως, το ελεφαντόδοντο από ελέφαντα και ιπποπόταμο είχε γίνει αντικείμενο διαπραγμάτευσης μεταξύ Ασίας, Αφρικής και Ευρώπης.

Οι πληροφορίες που μπορεί να απορρεύσουν από την αναγνώριση του υλικού κάτω από άλλες συνθήκες, είτε θα έμεναν κρυμμένες στο αρχαιολογικό αρχείο, είτε θα παρέμεναν υπό αμφισβήτηση καθώς υπέστησαν αναξιόπιστες ερμηνείες και λανθασμένους προσδιορισμούς κατά το παρελθόν. Δυστυχώς η προέλευση του ελεφαντόδοντου ή η διάκρισή του από άλλα συναφή υλικά, όπως τα οστά και κέρατα που μοιράζονται τις ίδιες κυρίως ιδιότητες, δεν μπορεί να τεκμηριωθεί ακόμα κι από ένα εκπαιδευμένο μάτι. Ακόμα πιο δύσκολη γίνεται η αναγνώριση κυρίως στα τελικά αντικείμενα, καθώς κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους μπορεί να έχουν αφαιρεθεί κατά την επεξεργασία τους⁷. Για την κατασκευή των αντικειμένων χρησιμοποιήθηκαν χαυλιόδοντες ελέφαντα, ιπποπόταμου και κάπρου. Ένα αντικείμενο που έχει καταγραφεί ως οστέινο, μπορεί να αποκαλυφθεί ότι προέρχεται από χαύλιο ελέφαντα και να ανατρέψει ιστορικο-αρχαιολογικά δεδομένα μιας περιοχής. Επιπλέον, ένα αντικείμενο που έχει χαρακτηριστεί ως ελεφάντινο, μπορεί να είναι στην πραγματικότητα κατασκευασμένο από κάπρο⁸, ένα ζώο που ζει στην περιοχή ανεύρεσης του αντικειμένου, οπότε υποθέσεις για ανταλλαγές εμπόρια κτλ., που στηρίζονταν στην αποκάλυψή του, να καταρρεύσουν. Ένα άλλο πρόβλημα είναι ότι ήταν αδύνατο να κατασκευαστεί μια συνεκτική χρονολόγηση για τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο με βάση την τεχνολογία και την υφολογία καθώς, όπως συμβαίνει με όλα τα πολύτιμα αντικείμενα, τα επεξεργασμένα ελεφαντόδοντα συχνά διατηρούνται στην κυκλοφορία για χρόνια, ακόμη και αιώνες, μετά την κατασκευή τους και μάλιστα υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία για επαναχρησιμοποίηση και επανακυκλοφορία παλαιότερων αντικειμένων⁹ (εικ.2).

Παράλληλα με αυτή τη δυσκολία, πολλοί ερευνητές έχουν επιδείξει αδιαφορία ή άγνοια στη διάκριση και αναγνώριση των ιδιαιτεροτήτων του ελεφαντόδοντου. Δυστυχώς σε αυτό συνέβαλε η ελληνική ορολογία της λέξης, όπου οι όροι ελεφάντινα αντικείμενα ή ελεφαντουργήματα χαρακτηρίζουν ένα σύνολο αντικειμένων και έργων τέχνης που έχουν μεν

7 Lapatin 2001,7.

8 Moorey 2008, 222-3.

9 Rehak and Younger 1998a, 230.

κατασκευαστεί από υλικό παρόμοιας σύστασης, προέρχονται δε από διαφορετικά ζώα. Η εκτενής και προσεκτική έρευνα των τελευταίων ετών έχει επισημάνει την πλάνη στον προσδιορισμό της λέξης που παραδοσιακά έχει χρησιμοποιηθεί με αυτόν τον τρόπο, και μάλιστα φαίνεται πως έχει εν μέρει τις ρίζες της στην αρχαιότητα. Διαβάζοντας τις σχετικές αναφορές του Ομήρου διαπιστώνεται πως η λέξη *ελέφαντας*, ακόμα και στην εποχή που έζησε ο μεγάλος ποιητής, αναφέρεται στον χαυλιόδοντα και δεν σχετίζεται με το ίδιο το θηλαστικό. Οι άνθρωποι που κατοικούσαν στον αιγιακό χώρο από τα μυκηναϊκά ακόμα χρόνια σαφώς γνώριζαν και χρησιμοποιούσαν το υλικό. Γι' αυτούς σήμαινε κάτι το πολυτελές και αστραφτερά όμορφο, αλλά δεν ήταν εξοικειωμένοι με το θηλαστικό από το οποίο προέρχονταν, με εξαίρεση τους χαύλιους κάπρου. Αντίθετα, στην ανατολική Μεσόγειο οι άνθρωποι -τεχνίτες, άρχοντες ή απλοί πολίτες-, φαίνεται να ήταν περισσότερο εξοικειωμένοι με τα θηλαστικά που πρόσφεραν το πολύτιμο υλικό. Η γενικοποίηση λοιπόν της λέξης αυτής, κατάλοιπο από τα αρχαία χρόνια, οδηγεί μέχρι και σήμερα στην αυθαίρετη και λανθασμένη χρήση της, όταν αναφέρεται στο υλικό. Στη σύγχρονη βιβλιογραφία, κατά τη δημοσίευση ευρημάτων που έχουν κατασκευαστεί από το ένα ή το άλλο θηλαστικό, κρίνεται αναγκαία η αναγραφή του θηλαστικού προέλευσης του υλικού -όπου βέβαια είναι δυνατό ή γνωστό- π.χ. χαυλιόδοντας ελέφαντα ή δόντι ιπποπόταμου ή χαύλιος κάπρου. Αν τα στοιχεία και οι ενδείξεις που διατίθενται δεν βοηθούν στην αναγνώριση, τότε όταν χρησιμοποιείται ο όρος ελεφαντόδοντο θα πρέπει να επισημαίνεται η άγνωστη προέλευση ή η άγνοια του θηλαστικού. Οι ξένοι ερευνητές χρησιμοποιούν τους όρους *elephant ivory* ή *hippopotamus ivory* ανάλογα. Όταν η αναγνώριση δεν είναι εφικτή είτε λόγω κακής διατήρησης και φθοράς του αντικειμένου, είτε λόγω απουσίας άλλων βοηθητικών στοιχείων, χρησιμοποιείται γενικά ο όρος *ivory*. Σε ορισμένους γενικούς όρους, όπως παράδειγμα στα εργαστήρια επεξεργασίας του υλικού, μπορεί να χρησιμοποιείται ο όρος ελεφαντόδοντο, ο οποίος και περιλαμβάνει όλα τα υλικά¹⁰. Επιπλέον, η χρήση της λέξης «ελεφαντοστό» θεωρείται πλέον απαρχαιωμένη και μη αποδεκτή εξαιτίας της ερμηνείας της, η οποία παραπέμπει στο οστό και όχι στο χαύλιο.

Με βάση τους παραπάνω προβληματισμούς η παρούσα έρευνα σκοπεύει, κατά βάση, να δώσει προσοχή στο ίδιο το υλικό, να αναλύσει τα μορφολογικά του χαρακτηριστικά, να γνωρίσει τη σύστασή του, στοιχεία που οδήγησαν στην επιλογή του ως πολύτιμο και εμπορεύσιμο είδος πολυτελείας στις οικίες και στα ανάκτορα πλουσίων και μη ανθρώπων της προϊστορίας της ανατολικής Μεσογείου. Γι' αυτό το λόγο θα εξεταστεί η παρουσία των θηλαστικών του ελέφαντα, ιπποπόταμου και κάπρου στα οικοσυστήματα της ανατολικής Μεσογείου που πιθανώς

10 Krzyszkowska and Morkot 2000, 320; Παντελής 2003, 343.

αποτελούσαν τις πηγές του υλικού, και στη συνέχεια θα διερευνηθεί η παρουσία τους στα εργαστήρια της ΕΧ, τα οποία αποκτούσαν το ακατέργαστο υλικό και τα τελικά αντικείμενα, έτοιμα να διοχετευθούν στις αγορές της εποχής. Ένα από τα κύρια στάδια στο εμπόριο ελεφαντόδοντου -και το σήμα κατατεθέν της οικονομίας των ανακτόρων- ήταν η μετατροπή της πρώτης ύλης σε πολύτιμα κατά κύριο λόγο αντικείμενα. Για να γίνει κατανοητή η επεξεργασία του, πρέπει να αναγνωριστεί η ακατέργαστη ύλη, όπως επίσης και τα ζώα από τα οποία αυτή προέρχεται. Η γνώση αυτών των πληροφοριών αποτελεί ένα πολύ σημαντικό βήμα για τον εντοπισμό της προέλευσης του υλικού, της σημασίας του για τον προϊστορικό άνθρωπο και κατ' επέκταση στους δρόμους που πραγματοποιούνταν η διακίνησή του. Στην παρούσα μελέτη, θα πραγματοποιηθεί αναφορά στους τρόπους αναγνώρισης και διάκρισης του υλικού χάρη στα εμφανή φυσικά και μορφολογικά του χαρακτηριστικά, αλλά και στις σύγχρονες μεθόδους ανάλυσής του και διερεύνηση της διαδικασίας τοποθέτησης των αρχαιομετρικών δεδομένων στο αρχαιολογικό πλαίσιο. Τέλος διερευνάται κατά πόσο ο εντοπισμός των ιδιαιτεροτήτων του υλικού με την συνεπικουρία των εξελιγμένων επιστημονικών αναλύσεων, συμβάλλει στη δυνατότητα ανασύνθεσης του εμπορίου της ΥΕΧ καθώς είναι ενσωματωμένο μέσα σε μια ιδεολογία πολυτέλειας και κύρους, ανταλλάξιμων αγαθών, διεθνισμού και πολιτικών σχέσεων.

Πρέπει εξ αρχής να διευκρινιστεί ότι όταν γίνεται αναφορά της λέξης ελεφαντόδοντο στην παρούσα μελέτη, θα εννοούνται τα αντικείμενα με τη γενική τους σημασία, χωρίς να γίνεται διάκριση στο είδος, ενώ όταν η λέξη ελεφαντόδοντο συνοδεύεται από το θηλαστικό, θα επισημαίνεται διάκριση και εξειδίκευση. Η φράση «εργαστήρια ελεφαντόδοντου» θα αναφέρεται σε ένα χώρο που υπάρχουν στοιχεία ότι πραγματοποιείται επεξεργασία του υλικού που μελετάται, ανεξάρτητα από την προέλευσή του. Ο όρος «ακατέργαστο ελεφαντόδοντο» αναφέρεται είτε στον αυτούσιο χαυλιόδοντα -και υπό οποιαδήποτε μορφή,- είτε σε όλους τους χαυλιόδοντες κομμένους σε τμήματα, εν μέρει αλλαγμένους από την αρχική τους μορφή. Ο όρος «επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο» υπαινίσσεται το υλικό που έχει σμιλευτεί, μορφοποιηθεί ή υποβληθεί σε επεξεργασία, είτε πλήρως είτε εν μέρει, και δεν περιλαμβάνει ολόκληρο το χαυλιόδοντα σε οποιαδήποτε μορφή, εκτός και εάν έχει σμιλευτεί ολόκληρη η επιφάνεια¹¹.

Σε γενικές γραμμές η αναγνώριση του υλικού δεν είναι εύκολη υπόθεση, αφού προϋποθέτει πολύχρονη και συστηματική μελέτη και έρευνα για να μπορέσει ο ερευνητής να «αναγνώσει» τις λεπτομέρειες και τα στοιχεία εκείνα που θα τον βοηθήσουν στην εξαγωγή θετικών και χρήσιμων συμπερασμάτων. Η έρευνα πάνω σε ολοκληρωμένα έργα τέχνης και κυρίως σε εργαστηριακό υλικό αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την απόκτηση γνώσεων και την

11 United Nations 2014, 10.

εξοικείωση του μελετητή με τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο. Αν και πολλές φορές δεν δόθηκε προσοχή στη διάκριση των υλικών, σήμερα όλο και περισσότερο κρίνεται απαραίτητη η ακριβής αναγνώριση των τύπων του ελεφαντόδοντου, η επισήμανση των περιοχών που αυτό προέρχεται ή διακινήθηκε, η διερεύνηση των μεθόδων και τεχνικών επεξεργασίας, και ο εντοπισμός του εργαστηριακού εξοπλισμού. Εν κατακλείδι, η μελέτη της εξάπλωσης και εμπορευματοποίησης του ελεφαντόδοντου σε σχέση με τη βιολογική προέλευσή του μπορεί να παράσχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τις σχέσεις και ανταλλαγές στις αρχαίες κοινωνίες¹².

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ ΤΗΣ ΕΠΟΧΗΣ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ

Είναι φανερό ότι μεταξύ των λαών της Μεσογείου και όχι μόνο, είχαν διαμορφωθεί δυναμικές με μηχανισμούς, συχνά άγνωστους, που επέτρεπαν τη διακίνηση και το εμπόριο -των μετάλλων αρχικά- ανάμεσα στη βόρεια και τη νότια Ευρώπη, στη Μέση και την Εγγύς Ανατολή και τη Μεσόγειο. Παράλληλα κυκλοφορούσαν και άλλα υλικά ως δώρα και ανταλλάξιμα είδη όπως ήλεκτρο, πολύτιμοι λίθοι, υφάσματα και ξυλεία. Οι ανταλλαγές, επομένως, για την

12 Reiche and Gourrier, 2016, 88; Krzyszkowska and Morkot 2000, 320.

απόκτηση χρήσιμων για την εποχή υλικών, αλλά και «εξωτικών» αντικειμένων ή δηλωτικών κύρους και κατά κάποιον τρόπο «χλιδής» απαιτούσαν τη διάνυση μεγάλων αποστάσεων, από τις περιοχές εξόρυξης κοιτασμάτων ή τις πηγές ανεύρεσης του υλικού, μέχρι τους χώρους κατεργασίας και τορευτικής, ώσπου τέλος να καταλήξουν στους προορισμούς διάθεσης. Πλοiάρια και σκάφη για τους υδάτινους (σε πελάγη, λίμνες, ποτάμια) (εικ. 3), ζώα και άμαξες για τους χερσαίους δρόμους, διευκόλυναν τους ταξιδιώτες – εμπόρους υλικών στις μικρές ή μεγάλες αποστάσεις, ώστε να τροφοδοτούνται εξειδικευμένα εργαστήρια και τεχνίτες ή μέλη της αριστοκρατίας, ανάλογα με την προσφορά και τη ζήτηση στην κάθε περιοχή.

Το εμπόριο πραγματοποιούνταν από πολλούς, μεταξύ των οποίων ήταν τοπικοί παραγωγοί, διανομείς και έμποροι που εξαρτώνταν από το παλάτι, αλλά και ανεξάρτητοι¹³. Οι μηχανισμοί σε ένα τέτοιο σύστημα ήταν ποικίλοι και πολύπλοκοι, με τα αντικείμενα να ταξιδεύουν μέσω διαφόρων τρόπων ανταλλαγής, να μεταφέρονται από διαφορετικούς συμμετέχοντες, πριν αποτεθούν στον τόπο της αρχαιολογικής ανεύρεσης¹⁴. Τα αρχαιολογικά δεδομένα έχουν φέρει στο φως στοιχεία που σκιαγραφούν το μέγεθος του εμπορίου και της διακίνησης των προϊόντων και εμπλουτίζουν τη συζήτηση για τα πιθανά δίκτυα ανταλλαγών, για το νόημα και την αξία των ανταλλάξιμων προϊόντων, για τις αποστάσεις και τους δρόμους που πραγματοποιούνταν η διακίνηση και με ποιους τρόπους, για τις πηγές εξόρυξης ή προέλευσης του είδους προς ανταλλαγή, για τα συστήματα διακίνησης, για τα τερματικά σημεία, όπου γινόταν η υποδοχή των προϊόντων ανταλλαγής και η τελική χρήση τους.

Ένα από τα πολύτιμα αυτά αγαθά είναι και το ελεφαντόδοντο. Το γεγονός ότι το σκληρό και ανθεκτικό αυτό υλικό προέρχεται από τους χαυλιόδοντες ισχυρών ζώων, όπως ελέφαντες ή ιπποπόταμους, του πρόσθεσε μια υψηλή συμβολική αξία στις προϊστορικές και ιστορικές κοινωνίες. Έχει μια σχετικά ικανοποιητικά μεγάλη επιφάνεια για να σμιλευτεί με διαφορετικούς τρόπους χωρίς να επηρεαστεί, η αρχική μακροσκοπική του επιφάνεια. Το ελεφαντόδοντο φαίνεται να έγινε η προτιμώμενη επιλογή για να παραχθούν αντικείμενα τέχνης, ειδώλια και προσωπικά στολίδια. Σε μεταγενέστερο χρόνο, χρησιμοποιήθηκε επίσης σε συνδυασμό με άλλα πολύτιμα υλικά, όπως ο χρυσός και ο άργυρος, χρωστικές ουσίες, έβενος, κέδρος και γυαλί ή

13 Di Paolo 2014, 116. Σύμφωνα με τον Meijer (2010, 849-59) η εξάρτηση των τεχνιτών από το εκάστοτε παλάτι δεν είναι αληθής, αλλά αντίθετα εμφανίζεται μια τάξη εμπόρων μέσα από μια σύνθετη αλληλεξάρτηση μεταξύ των οικονομικών συναλλαγών, του εμπορίου και των εργαστηρίων επεξεργασίας, που περαιτέρω στηρίζεται σε στρατιωτική, ιερατική και πολιτιστική βάση. Η ανεξάρτητη αυτή τάξη θα μπορούσε να έρχεται σε εμπορικές επαφές ακόμα και με εχθρούς των ανακτόρων των εκάστοτε πολιτισμών της ανατολικής Μεσογείου (Συρο-Παλαιστίνη, Αιγαίο, Ανατολία, αλλά και της Μεσοποταμίας), σε καιρό πολέμου.

14 van Wijngaarden 2002, 7.

πολύτιμοι λίθοι¹⁵. Το υλικό μπορούσε να σταλεί σε ακατέργαστη μορφή, όπως ολόκληροι χαυλιόδοντες, κομμένο σε τμήματα και πλακίδια ή ως τελικό προϊόν. Υπάρχουν ενδείξεις ότι το ακατέργαστο ελεφαντόδοντο δεν ακολουθούσε τη συγκεκριμένη πορεία πηγή-εργαστήριο-αποδέκτης, αλλά η διαδρομή του ήταν ακόμα πιο πολύπλοκη. Μπορούσε να μεταφερθεί από μια περιοχή σε μια άλλη, να επεξεργαστεί εκεί, και τα τελικά προϊόντα να αποσταλούν πίσω στην πρώτη περιοχή ή σε μια τρίτη. Είτε επεξεργασμένο είτε ως πρώτη ύλη, γενικά διένυε μεγάλες αποστάσεις για να φτάσει στις αγορές που προορίζονταν, προσθέτοντας επομένως στην αξία του. Το εμπόριο ελεφαντόδοντου συνεπώς αποτελούσε διακίνηση πολλαπλών κατευθύνσεων και συχνά αποτελούσε περίπλοκη υπόθεση¹⁶. Πιθανόν ο υπολογισμός της αξίας του στις αγορές πραγματοποιούνταν με το τεμάχιο αν επρόκειτο για χαυλιόδοντες, αλλά σύμφωνα με το βάρος του όταν επρόκειτο για κομμένα τμήματα, καθώς φαίνεται από καταγραφή σε πινακίδα από την Κνωσό¹⁷(**εικ.4**).

Υπάρχουν ποικίλα επιγραφικά στοιχεία που αναφέρονται στο πολύτιμο αυτό υλικό ή και στο θηλαστικό από το οποίο προέρχονταν. Ο «ελέφας» του Ομήρου και των μυκηναϊκών κειμένων (*e-re-pa*= ελέφας, *e-re-pa-te-jo*= ελεφάντινος) (**εικ.5**) δήλωνε το υλικό το οποίο αποτελούσε την πηγή προέλευσης του ακατέργαστου, αλλά και τελικού αντικειμένου¹⁸. Με βάση την ετυμολογική της προσέγγιση η λέξη συγκρίνεται με την χετιτική *lahra-* σε ένα κείμενο με Glossenkeil: *la-ah-ra-as u-nu-wa-an-du* που σημαίνει «ας το διακοσμήσουν με ελεφαντόδοντο», KUB XXXVI 25. Σε ένα τρίγωνο Σουμεριο-Ακκαδικό-Χετιτικό κείμενο η λέξη *lahras* αντιστοιχεί με το σουμεριακό *zu* και το ακκαδικό *sinnu* με την έννοια «δόντι ελέφαντα»¹⁹. Οι Ασσύριοι χρησιμοποιούσαν τη λέξη *piru* για το θηλαστικό και *sini piri* για το υλικό. Η λέξη *piru* φαίνεται να προέρχεται από την *praktit*, μια από τις άριες γλώσσες της Ινδίας. Οι Εβραίοι χρησιμοποιούν τον όρο *sen habbim* (δόντι από *habbim*) και αυτή ήταν η λέξη που χρησιμοποιούνταν από τους Χαναανίτες και τους Φοίνικες. Υπάρχει η υπόθεση ότι η λέξη προέρχεται από το σανσκριτικό *ibha*, καθώς στη γλώσσα αυτή το ελεφαντόδοντο ονομάζεται *ibha danta*. Η αιγυπτιακή λέξη για τον ελέφαντα ή το ελεφαντόδοντο είναι *3bw* (διαβάζεται ως αμπου), αλλά δύσκολα μπορεί να βρεθεί η καταγωγή της (**εικ.7α**). Στη λατινική γλώσσα η λέξη που αναφέρεται στον ελέφαντα είναι *ebur* που ηχητικά δηλώνει την προέλευσή της από την

15 Burack 1984, 15; Reiche and Gourrier 2016, 89. Τα χαρακτηριστικά των υλικών συμπεριλαμβανομένων των μηχανικών ιδιοτήτων τους, του χρώματος, του σχήματος και της μειωμένης φθοράς από τη χρήση, είναι σημαντικά στοιχεία για να επιβεβαιώσουν τις υποθέσεις σχετικά με την επιλογή τους για χρήση και τη συμβολική λειτουργία των πολύτιμων αντικειμένων.

16 Rehak and Younger 1998a, 231.

17 Michailidou 2010, 75.

18 Rehak and Younger 1998a, 230.

19 Gamkrelidze and Ivanov 1995, 443.

αιγυπτιακή εκδοχή²⁰. Στα αραβικά η λέξη για τον ελέφαντα είναι *fil* που με την πρόσθεση του άρθρου *al* δίνει τη λέξη *al-fil* που φωνητικά θυμίζει την ελληνική λέξη. Η εβραϊκή/φοινικική λέξη για το βόδι ήταν *aleph*, που εκτός ότι θυμίζει ηχητικά την αραβική για τον ελέφαντα από αυτή προέρχεται και το πρώτο γράμμα της ελληνικής αλφαβήτου. Η ομοιότητα του βοδιού με το μεγάλο θηλαστικό ηχητικά και εικονικά συνδέεται κατ' επέκταση με το ελληνικό γράμμα Α, διατηρεί βάση αληθοφάνειας, καθώς οι πρώτοι Μυκηναίοι έμποροι προφανώς απέκτησαν το ελεφαντόδοντο από την Εγγύς Ανατολή και Συρία, όπου το θηλαστικό υπήρχε έως και τις αρχές του 9ου αιώνα²¹. Ο ιπποπόταμος στα αιγυπτιακά προφέρονταν ως *deby* ή *dbj*²² (**εικ.7β**), αλλά όπως φαίνεται η ονομασία του δεν έχει την ίδια γοητευτική εξέλιξη καθώς δεν υπάρχουν στοιχεία από τους άλλους πολιτισμούς στην υπό εξέταση περιοχή, αναφορικά με το θηλαστικό.

Τα πρωιμότερα γνωστά αντικείμενα από ελεφαντόδοντο προέρχονται από την ανώτερη παλαιολιθική εποχή, όταν κοσμήματα και διαμορφωμένες ανθρώπινες και ζωικές αναπαραστάσεις κατασκευάζονταν από ελεφαντόδοντο μαμούθ από ανθρώπους του *gravettian* πολιτισμού (22000 -18000 π.Χ) που ζούσαν μεταξύ της νοτιοδυτικής Γαλλίας και της Σιβηρίας²³(**εικ.8,9**). Οι πρώτες εμφανίσεις ελεφάντινων αντικειμένων στους πολιτισμούς που εξετάζονται στην παρούσα μελέτη συναντώνται ακόμα και πριν το τέλος της 4^{ης} χιλιετίας π.Χ. κατά την προδυναστική περίοδο στην Αίγυπτο. Έχει αποδειχθεί ότι χρησιμοποιούνταν αντικείμενα από ελεφαντόδοντο ως καλλυντικά σκεύη, διακοσμητικά για λαβές όπλων και άλλων συμβόλων κύρους, σε έπιπλα, και τέλος ως ένθετα σε άλλες μεγαλύτερες συνθέσεις²⁴. Το ελεφαντόδοντο στο Αιγαίο και κυρίως στην Κρήτη εμφανίστηκε ήδη από τα τέλη της 3^{ης} χιλιετίας π.Χ. και χρησιμοποιήθηκε ως πολυτελές υλικό, όπου συνδυάστηκε με άλλα πολυτελή υλικά, κυρίως χρυσό, ορεία κρύσταλλο και ναλόμαζα. Ο συνδυασμός αυτός αφορά τόσο στα ολόγλυφα ειδώλια, όσο και σε χρηστικά ή στα αντικείμενα που έχουν διακοσμητικό χαρακτήρα, όπως λαβές, περιάπτα και κυρίως σφραγίδες, που κατασκευάζονταν βασικά από χαύλιους ιπποπόταμου²⁵. Από που προέρχονταν το ακατέργαστο υλικό δεν είναι εντελώς ξεκάθαρο. Οι πρώτες ενδείξεις υποδηλώνουν προέλευση από την Αίγυπτο, όμως όπως είναι γνωστό, ελέφαντες δεν υπήρχαν στην αχανή αυτή χώρα ήδη από την 3^η χιλιετία και οι Αιγύπτιοι θα έπρεπε να εισάγουν το υλικό ή να εκμεταλλευτούν τον ιπποπόταμο που αφθονούσε στις παραποτάμιες περιοχές. Στη Συρία ελέφαντες επιβίωσαν μέχρι τον 15^ο ή έως και τον 8^ο π.Χ. αιώνα και

20 Barnett 1982, 9.

21 Peris 1993-4, 163.

22 <https://cowofgold.wikispaces.com/Hippopotamus>.

23 Ward 2008, 298.

24 Rehak and Younger 1998a, 231; Burack 1984, 16.

25 Στεφανή 2012, 515; Evely 1994, 71.

επιπλέον υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη ιπποπόταμου στις περιοχές που ευνοούν τη διαβίωσή του²⁶.

Από τη ΜΕΧ, τεκμηριώνεται ένας «διεθνής»²⁷ (εικ.10) ρυθμός στην εικονογραφία και στην τεχνοτροπία στην ανατολική Μεσόγειο. Το ελεφαντόδοντο είχε γίνει σημαντικό υλικό στο διεθνές εμπορικό δίκτυο ενώ τεχνίτες και καταναλωτές παράγουν και χρησιμοποιούν αντίστοιχα μια σειρά από αντικείμενα που παρουσιάζουν σαφή σημάδια σύντηξης²⁸. Αυτά τα επαναλαμβανόμενα μοτίβα, εμποτισμένα με τελετουργικές και κοινωνικές σημασίες, δεν μπορούν να αποδοθούν αποκλειστικά και μόνο ως εμπορεύματα για εξαγωγή, σε μεταναστεύοντες καλλιτέχνες και επαγγελματίες, αλλά θα πρέπει να αντανακλούν σε ένα παρόμοιο τρόπο ζωής, κοινών κοινωνικών πρακτικών και τελετουργιών ανάμεσα στους λαούς κατά την διάρκεια της Ύστερης Εποχής του Χαλκού. Το βαθύτερο νόημά τους θα πρέπει να ήταν κατανοητό από τους τοπικούς πελάτες για τους οποίους προορίζονταν και τους ένωνε ο ίδιος τρόπος ζωής και ιδέες. Αυτοί τα αποδέχονταν ως σύμβολα διεθνούς σημασίας, ώστε να συμβάλλουν σε πολιτιστικές αλλαγές στο εσωτερικό των κοινωνιών τους²⁹. Με το τέλος της ΥΕΧ και την επέλαση των λαών της θάλασσας η τέχνη της ελεφαντουργίας εξαφανίστηκε, και δεν ανέκαμψε ξανά μέχρι τον 9^ο αιώνα π.Χ., όταν εμφανίστηκαν οι φημισμένες σχολές ελεφαντουργίας της βόρειας Συρίας και Φοινίκης. Αυτές οι σχολές είχαν τις ρίζες τους στην παράδοση επεξεργασίας ελεφαντόδοντου της προηγούμενης περιόδου, όπως αποδεικνύεται από ορισμένα κοινά μοτίβα που διαπέρασαν τη «σκοτεινή» περίοδο και συνεχίστηκαν στην εικονογραφία, την τεχνοτροπία και στις τεχνικές της σμίλευσης και επεξεργασίας. Κάποιες μορφές σε ελεφάντινα έργα της πρώτης χιλιετίας αντιπροσωπεύουν μορφολογικά χαρακτηριστικά που προηγουμένως και για πολλούς αιώνες συναντώνται στην συριακή γλυπτική σε λίθο και ελεφαντόδοντο³⁰.

26 Kosmopoulos 1991, 161.

27 Ο Αιγυπτιολόγος William Stevenson Smith πρώτος εφάρμοσε τον όρο “**International Style**” στις τέχνες της ΥΕΧ, την δεκαετία του 1960. Σύμφωνα με τον Smith, ο ασυνήθιστος συνδιασμός πολλαπλών ξένων ή μη εγχώριων στοιχείων χαρακτηρίζει έναν διεθνή ρυθμό, προκαλώντας σύγχυση σχετικά με την περιοχή επεξεργασίας. Βλ. Larsen (2009, 6).

28 Rehak and Younger 1998a, 233; Voskos and Knapp 2008, 664.

29 Caubet 1998, 110; Ward 2008, 298.

30 Gansell 2008, 29.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ: 2 ΤΑ ΚΥΡΙΑ ΕΙΔΗ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟ

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιαστούν τα διάφορα είδη θηλαστικών που είναι γνωστό ότι παρείχαν ελεφαντόδοντο, με ιδιαίτερη βαρύτητα στον ελέφαντα και στον ιπποπόταμο. Αναφορά θα γίνει επιπλέον στον κάπρο που ως γνωστό διαβίωσε σε ολόκληρη τη μεσογειακή επικράτεια και στο μαμούθ που εν δυνάμει θα μπορούσε ακόμα και για τους αρχαίους πληθυσμούς να αποτελέσει ανασκαφικό ή εμπορικό εκμεταλλεύσιμο εύρημα. Πολλές προσπάθειες ανασύνταξης έχουν γίνει για την κατανομή των θηλαστικών κατά την αρχαιότητα. Όταν δεν υπάρχουν σαφή

οστεολογικά στοιχεία και άλλες πληροφορίες, οι επιστήμονες μελετούν τις γνωστές περιβαλλοντικές ανάγκες του ζώου σε συνδυασμό με τη βιογεωγραφία της εκάστοτε περιοχής κατά την αρχαιότητα³¹. Ιπποπόταμοι και ελέφαντες σταδιακά υποβλήθηκαν όλο και περισσότερο σε πιέσεις από τον άνθρωπο στο φυσικό τους περιβάλλον. Παράλληλα, η ξεκάθαρη εξάντληση των φυσικών πόρων που φαίνεται να έχει ήδη ξεκινήσει κατά την YEX στην προς εξέταση περιοχή, φαίνεται να είχε αποτέλεσμα τη μείωση των πληθυσμών των θηλαστικών ήδη ως την εποχή των τελευταίων Ασσυρίων βασιλέων³².

2.1 Τα είδη του ελέφαντα (*Loxodonta* και *Elephas maximus*)

Σήμερα αναγνωρίζονται τρία είδη ελέφαντα, ο *Loxodonta africana*, ή ελέφαντας της σαβάνας, ο *Loxodonta africana cyclotis* ή ελέφαντας των δασών και ο *Elephas maximus* ή ασιατικός ελέφαντας (εικ.11). Οι δύο πρώτοι βρίσκονται στην Αφρική ενώ ο ασιατικός κατοικεί στη νότια και νοτιοανατολική Ασία. Όλα τα είδη προέρχονται από την αφρικάνικη ήπειρο αν και η ακριβής τους εξέλιξη παραμένει σκοτεινή. Τα παλαιομαστόδοντα εμφανίστηκαν περί τα 40 εκατομμύρια χρόνια πριν, και από αυτόν τον πρόγονο προέρχονται όλα τα προβοσκιδοειδή (θηλαστικά με προβοσκίδες και χαυλιόδοντες). Από τα τέλη της μειόκαινου (6 εκ. χρόνια πριν) τα προβοσκιδοειδή κατοίκησαν παντού και εξελίχθηκαν ξεχωριστά³³. Τα μαστόδοντα, τα μαμούθ και οι ελέφαντες αποτελούν τα εξελιξίμα είδη αυτού του γενεαλογικού δέντρου, αλλά η ακριβής σχέση μεταξύ τους παραμένει ανακριβής. Κάποτε θεωρείτο πως οι μικρόσωμοι ασιατικοί ελέφαντες σχετίζονται περισσότερο με τα μαμούθ από ότι οι αφρικανικοί, αλλά σύγχρονες έρευνες το ανατρέπουν. Αυτά τα είδη ελέφαντα παράγουν διαφορετικούς τύπους ελεφαντόδοντων που κατηγοριοποιούνται είτε ως σκληρότεροι ή μαλακότεροι. Γενικότερα το ελεφαντόδοντο του ασιατικού ζώου είναι σκληρότερο, όπως θεωρείται και αυτό της σαβάνας. Αντίθετα του δάσους είναι πιο μαλακό. Ωστόσο το χρώμα και η σκληρότητα του χαυλιόδοντα ποικίλει σε εξάρτηση με τη διαίτα/διατροφή³⁴. Και στα δύο είδη τους χαυλιόδοντες φέρουν κυρίως τα αρσενικά. Στα θηλυκά είναι είτε μικρότεροι είτε απουσιάζουν εντελώς. Οι χαυλιόδοντες διαφέρουν στο σχήμα και στην υφή, του αφρικανικού είναι γενικά μεγαλύτεροι και περισσότερο κυρτοί από του ασιατικού. Για την αναγνώριση των ειδών στην αρχαία τέχνη, το χαρακτηριστικό στοιχείο είναι η κατατομή της πλάτης που είναι ελαφρώς κυρτή και αυξάνει ψηλότερα από τον ώμο και εξωτερικά του σώματος στον ασιατικό, ενώ στον αφρικανικό έχει μια

31 Krzyszkowska 1990, 28.

32 Becker 2005, 454. Το Ασσυριακό κράτος απετέλεσε επανειλημμένα αυτοκρατορία, της οποίας η μεγαλύτερη ακμή προσδιορίζεται μεταξύ του 9ου και 7ου π.Χ. αιώνα και καταλύθηκε οριστικά το 612 π.Χ.

33 Cakirlar and Ikra 2016, 168.

34 Chaiklin 2010, 531; Tassy and Shoshani 2013, 178.

πιο ελαφριά καμπύλη εσωτερικά. Τα αφτιά του αφρικανικού είναι τεράστια καλύπτοντας το μεγαλύτερο μέρος του ώμου, ενώ του ασιατικού φτάνει μόλις στο ένα τρίτο σε μέγεθος, καλύπτουν μόνο τα μέρη του λαιμού και μοιάζουν τριγωνικά στο σχήμα³⁵. Κοινά στοιχεία για τους ζώντες ελέφαντες συμπεριλαμβάνουν το μεγάλο μέγεθος (τα είδη *Loxodonta* είναι τα μεγαλύτερα ζώα στεριάς του πλανήτη), τη μακροζωία (φθάνουν τα 80 χρόνια) την παρουσία χαυλιοδόντων (αν και δεν συναντώνται σε όλα τα θηλαστικά) και τέλος την προβοσκίδα που είναι ένας συνδυασμός του άνω χείλους και της μύτης, αποτελεί όργανο πολλαπλών χρήσεων και ίσως το πιο σημαντικό για την επιβίωση³⁶. Οι ελέφαντες μπορούν να βρεθούν σε μια ευρεία ποικιλία οικοτόπων, ακόμη και στις ερήμους και ορεινές περιοχές, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των περιόδων μετανάστευσής τους. Χρειάζονται τεράστιες εκτάσεις για να περιηγούνται και η διανομή τους γενικά περιορίζεται από την καθημερινή τους ανάγκη για το νερό (περίπου 80 έως 100 λίτρα ανά ημέρα) και ένα τεράστιο ποσό φρέσκιας ζωοτροφής. Οι ελέφαντες είναι φυτοφάγοι περιηγητές, των οποίων οι οικοτόποι διαβίωσης είναι οι πλούσιες ζούγκλες και τα δάση, αν και έχουν την τάση να αποφεύγουν τα μεγάλα κλειστά από τη βλάστηση δάση³⁷.

2.1.1 Ο αφρικανικός ελέφαντας (*Loxodonta cyclotis* και *Loxodonta africana*)

Ο αφρικανικός ελέφαντας των δασών (*Loxodonta cyclotis*) κάποτε διαβίωνε όχι μόνο στην κεντρική και κεντροδυτική Αφρική, όπως σήμερα, αλλά επίσης στη βορειοδυτική Αφρική, από τη Μαυριτανία ως την ανατολική Λιβύη και το Σουδάν και Αιθιοπία. Φθάνει σε ύψος 2,5 μ. ως το ύψος των ώμων, διαθέτει λεπτούς και ευθείς χαυλιοδόντες με διαφοροποίηση στο μέγεθος και το πάχος στα διαφορετικά φύλα. Η αλλαγή του κλίματος και η ερημοποίηση του περιβάλλοντος, ώθησε τους ελέφαντες μακριά από την Αίγυπτο και από τη σημερινή Σαχάρα κατά την τρίτη χιλιετία π. Χ. Τα όρια της διανομής τους κατά το παρελθόν και το παρόν παραμένουν ασαφή λόγω της συνύπαρξης μεταξύ των ελεφάντων των δασών και της σαβάνας κατά μήκος των βορείων και ανατολικών παρυφών της δυτικής Αφρικής και τα δάση της λεκάνης του Κονγκό³⁸.

Ο μεγαλύτερος σε μέγεθος ελέφαντας της σαβάνας (*Loxodonta africana*), που οι χαυλιοδόντες του τείνουν να είναι μεγαλύτεροι από των δασών, φθάνει σε ύψος τα 4 μ. και βάρος τους 6 τόνους, και σήμερα κατοικεί διάσπαρτα στην τροπική, νότια και ανατολική Αφρική. Η αρχαία διανομή του ελέφαντα της σαβάνας δεν έχει καθοριστεί, αλλά το ίδιο το ζώο

35 Moorey 1999, 116.

36 Tassy and Shoshani 2013, 176; Scullard 1974, 23.

37 Becker 2005, 452.

38 Chaiklin 2010, 532; Turkalo and Barnes 2013, 195-6.

φαίνεται να παραμένει άγνωστο στους αρχαίους πολιτισμούς και θα μπορούσε επομένως να καταλαμβάνει το εσωτερικό της ηπείρου³⁹. Οι χαυλιόδοντες του είναι μεγαλύτεροι και πιο καμπυλωτοί και μερικοί υποστηρίζουν πως είναι σκληρότεροι από του δάσους. Αναπτύσσονται και στα δύο φύλα, με εκείνους των αρσενικών να είναι μακρύτεροι, πιο κωνικοί και παχύτεροι για το μήκος τους από εκείνους των θηλυκών⁴⁰. Αυτές οι διαφορές έχουν παρατηρηθεί στους σύγχρονους πληθυσμούς, και εφόσον οι μικρότεροι χαυλιόδοντες μπορεί να είναι το αποτέλεσμα ενδογαμίας, και, επιπλέον, δεδομένου ότι το μέγεθος ενός χαυλιόδοντα ποικίλλει ανάλογα με την ηλικία, το φύλο, και τη διατροφή των ζώων δεν μπορούν εύκολα να βγουν συμπεράσματα για την εμφάνισή τους κατά το παρελθόν, τουλάχιστον με το υπάρχον αρχαιολογικό αρχείο⁴¹.

2.1.2 Ο ασιατικός ελέφαντας (*Elephas maximus*)

Ο ασιατικός ελέφαντας είναι σχετικά μικρότερος από αυτόν της σαβάνας αλλά μεγαλύτερος από του δάσους. Εύκολα ξεχωρίζει από τα άλλα δύο είδη από την κυρτή παρά κοίλη ράχη του, το στρογγυλό κεφάλι, και τα μικρότερα αυτιά. Έχει ευέλικτο κορμό, κυλινδρικά σαν πυλώνες πόδια και μεγάλο κρανίο, ώστε να αντέχει το βάρος των χαυλιόδοντων. Το βάρος τους φτάνει τους 5 τόνους και το ύψος έως και τα 3,5 μ. Παρόλο που ο ασιατικός ελέφαντας σήμερα εμφανίζεται στην Ινδία, την Ινδοκίνα και Ινδονησία, υπάρχουν βέβαια στοιχεία πως ακόμα και κατά τον 8^ο αιώνα π.Χ. εκτεινόταν ως τη Μέση Ανατολή⁴². Ο συριακός ελέφαντας κάποτε ζούσε στη Συρία και στο Ιράν. Οι ειδικοί δεν συμφωνούν αν ανήκει σε ένα υποείδος του ασιατικού που ονομάζεται *maximus asurus* ή είναι μια εισαγόμενη ομάδα από τους ασιατικούς ελέφαντες, καθώς τα ελάχιστα οστεολογικά κατάλοιπα που υπάρχουν υποδεικνύουν τον *Elephas maximus*.⁴³ Ο Liebowitz παρουσιάζει μια διαφορετική άποψη για την παρουσία του ζώου, εξετάζοντας την πιθανότητα μετανάστευσης του θηλαστικού από την Αφρική κατά τη δεύτερη χιλιετία στη βόρεια Συρία, χωρίς όμως να έχει ισχυρές αποδείξεις⁴⁴. Καθώς ο συριακός ελέφαντας θεωρείται ότι ήταν του ίδιου είδους ή υπο-είδους, του ασιατικού ελέφαντα, συνεπάγεται πως όπως και οι ασιατικοί, μόνο οι αρσενικοί ελέφαντες από τη Συρία θα είχαν χαυλιόδοντες⁴⁵. Απάντηση θα δοθεί αν βρεθούν περισσότερα οστεολογικά ευρήματα που θα

39 Lapatin 2001, 10.

40 Raubenheimer 2000, 983; Krzyszkowska 1990, 17.

41 Raubenheimer 2000, 969.

42 Lapatin 2001, 10; Becker 2005, 451; Scullard 1974, 23.

43 Σύμφωνα με την Caubet (2013, 452) μοιάζει πιθανό ότι ζωντανοί ελέφαντες εισήχθηκαν από την Ινδία, εγκλιματίστηκαν στην περιοχή γάλη στον άνθρωπο κατά την Εποχή του Χαλκού και διατηρήθηκαν σε βασιλικούς ζωολογικούς κήπους. Οστεολογικά κατάλοιπα ινδικού ελέφαντα βρέθηκαν σε πλήθος θέσεων και ο αριθμός τους αυξάνεται σημαντικά κατά την YEX.

44 Carkilar and Ikram 2016, 168. Ο ερευνητής υποστήριξε μεταξύ άλλων την άποψη αυτή στην έκδοση του 1997 στο *Oxford Encyclopedia of Archaeology in the Near East*.

45 Krzyszkowska 1990, 15-17-27.

συσχετιστούν με στοιχεία από γραπτά κείμενα, σφραγίδες, ή άλλα αντικείμενα που κατασκευάστηκαν από τον άνθρωπο και προτείνουν ότι ελέφαντες ήταν παρόντες σε αυτή την περιοχή. Σε πολύ κοντινή απόσταση από τις παράκτιες περιοχές της Συροπαλαιστίνης, στο νησί της Κύπρου κατά το ύστερο Πλειστόκαινο κατοίκησε ο πυγμαίος ελέφαντας (*Elephas cypriotis*). Το είδος ήταν σαφώς μικρότερο σε μέγεθος από τα αντίστοιχα της ηπειρωτικής χώρας και οι περισσότεροι ερευνητές πιστεύουν ότι αυτό οφείλεται είτε στην έλλειψη μεγαλύτερων αρπακτικών είτε στις ελλειπείς πηγές διατροφής⁴⁶.

2.1.3 Το μαμούθ (*Mammuthus primigenus*)

Τα μαμούθ (*Mammuthus primigenus*) (εικ.12) επίσης ανήκουν στα προβοσκιδοειδή θηλαστικά και παρόλο που εξαφανίστηκαν γύρω στα 10000 χρόνια π.Χ. οι διατηρημένοι χαυλιόδοντες τους σε γεωγραφικές περιοχές με παγετώνα, μπορούν να παρέχουν υψηλής ποιότητας, επεξεργάσιμο ελεφαντόδοντο⁴⁷. Τα περισσότερα δεν ξεπερνούσαν σε μέγεθος τους σημερινούς ελέφαντες. Τα μεγαλύτερα είδη, όπως το κινέζικο μαμούθ έφταναν σε ύψος τα 5,5 μ. ενώ υπήρχαν και κάποια είδη νάνων που έχουν βρεθεί σε οστεολογικά υπολείμματα σε νησιά διαφόρων περιοχών του κόσμου, και πιθανολογείται ότι η έλλειψη τροφής οδήγησε στο νανισμό τους. Το χρώμα του τριχώματός τους ποίκιλε από σκούρο καφέ μέχρι μαύρο και ανοιχτό καφέ μέχρι ίσως ξανθό. Τα βορειότερα είδη είχαν πυκνό τρίχωμα κι ένα χοντρό στρώμα λίπους κάτω από το δέρμα για να προστατεύονται από το δριμύ ψύχος⁴⁸. Τα σκελετικά χαρακτηριστικά των σκελετών και των δοντιών υποδεικνύουν ότι τα μαμούθ είχαν στενότερη σχέση με τους αφρικανικούς ελέφαντες, όμως από την ανάταξη του γενεαλογικού δέντρου που βασίστηκε στο DNA και στα απολιθώματα προκύπτει ότι έχουν στενότερη σχέση με τον ασιατικό ελέφαντα σε μια χρονική διάσταση της τάξης των 7 με 6 εκατ. χρόνια πριν⁴⁹. Διάφορες υπολογιστικές μελέτες αναφορικά με την εξαφάνισή τους υποδηλώνουν πως μπορεί να οφείλεται σε ένα συνδυασμό της υπερθέριας από τον άνθρωπο και τις αλλαγές στο κλίμα της γης. Αρκετές αναφορές βασισμένες σε αποτελέσματα ραδιοχρονολόγησης προτείνουν την ταχεία αύξηση της θερμοκρασίας και ταυτόχρονα την αλλαγή της βλάστησης ως πιθανές αιτίες που προκάλεσαν τη δραματική εξαφάνιση του μεγάλου θηλαστικού κατά το Πλειστόκαινο⁵⁰. Στην παρούσα μελέτη αναφέρονται λόγω της εν δυνάμει εκμετάλλευσής τους από τους ανθρώπους καθώς έχει διαπιστωθεί η ύπαρξή τους σε αρχαιολογικά πλαίσια στην εποχή που εξετάζεται.

46 Hadjisterkotis et al. 2000, 593.

47 Espinoza and Mann 1999, 10.

48 <http://proistzoa.blogspot.gr/2011/10/mammoth.html>.

49 Vargas 2014, 508.

50 Bracco et al. 2013, 241.

2.2. Ο ιπποπόταμος (*Hippopotamus amphibius*)

Η λέξη προφανώς προέρχεται από τις ελληνικές ίππος και ποτάμι, υποδηλώνοντας πως το θηλαστικό ζούσε πάντα κοντά σε ποτάμια ή λίμνες. Έχει αποδειχθεί ότι κάποτε κατοικούσε σε ευρύτερα γεωγραφικά όρια από ότι σήμερα. Απολιθώματα ιπποπόταμου από τη Μέση και Ύστερη Μειόκαινο που ανακτήθηκαν από την ανατολική Αφρική στηρίζουν την άποψη ότι ο ιπποπόταμος (*Hippopotamus amphibius*) προέρχεται από τη μεγάλη αυτή ήπειρο (εικ.13). Από τα τέλη του Μειόκαινου εξαπλώθηκε και ως την περίοδο του Πλειστόκαινου διασκορπίστηκε σε όλη την Ασία και την Ευρώπη, πιθανόν εξαιτίας κάποιων περιβαλλοντικών αλλαγών που συνέβησαν στο Δέλτα του Νείλου. Παρέμεινε όμως στην περιοχή αυτή μέχρι τον προηγούμενο αιώνα⁵¹. Τα υποείδη *Phanourios minor* και *Phanourios minutus*⁵², αποίκισαν ακόμα και την Κύπρο. Ο *Phanourios minutus* παρέμεινε στην Κύπρο και μάλιστα αποδείχθηκε ότι συνυπήρξε με τον άνθρωπο και, ενδεχομένως, να εξαφανίστηκε από αυτόν⁵³. Το μέσο ύψος του ζώου είναι γύρω στα 140- 160 εκ. και το βάρος του είναι γύρω στα 1100-2600 κιλ., ενώ έχει διάρκεια ζωής περίπου 40 ετών. Οι κυνόδοντες του ιπποπόταμου μεγαλώνουν συνεχώς κατά τη διάρκεια ζωής του θηλαστικού, και των αρσενικών ζώων είναι μεγαλύτεροι⁵⁴.

2.3 Αγριόχοιρος ή κάπρος (*Sus scrofa*)

Ο αγριόχοιρος (εικ.14) έχει υπάρξει το πιο κοινό και ευρέως διαδεδομένο ζώο από την αρχή ακόμα των ευρασιατικών αγροτικών πολιτισμών (περ. 7000 π.Χ.). Πρόσφατες μελέτες DNA έδειξαν ότι η προέλευση του ζώου είναι από τη νοτιοανατολική Ασία, και σταδιακά πέρασε από την Ινδική υποήπειρο στη βόρειο Αφρική και έπειτα στην Ευρώπη. Εξαιτίας της κατανομής του σε τόσο μεγάλες γεωγραφικές περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν σημαντικά μεγάλη περιβαλλοντική διαφοροποίηση, ο αγριόχοιρος εμφανίζει ποικίλα χαρακτηριστικά. Τουλάχιστον 16 υποείδη έχουν αναγνωριστεί, από τα οποία έχει προέλθει και το εξημερωμένο είδος⁵⁵. Το θηλαστικό στην Ευρώπη ταξινομήθηκε στην ομάδα των «δυτικών ειδών», που συμπεριλαμβάνει τα υποείδη *S. S. scrofa* (Κεντρική-δυτική Ευρώπη), *S. S. meridionalis*

51 Horwitz and Tchemov 1990, 68.

52 Έχει αποκλειστεί η περίπτωση το θηλαστικό να κατοίκησε το νησί μέσω μιας γέφυρας στεριάς καθώς κάτι τέτοιο θα συνέβει κατά το Πλειόκαινο 5 με 6 εκ. χρόνια πριν, όμως οστεολογικά στοιχεία υπάρχουν από το Πλειστόκαινο κι έπειτα, βλ. Hadjisterkotis (2000).

53 Lafrenz 2004, 23.

54 Moorey 1999, 115.

55 Bertini and Rivera 2014, 84.

(Σαρδηνία και Κορσική), S. S. africa (ανατολική Ευρώπη), και S. S. lybicus (Νότια Βαλκάνια)⁵⁶. Καλύπτεται από ένα καφετί μαύρο τρίχωμα σε όλο του το σώμα, το ρύγχος του είναι μακρύτερο από εκείνο του ήμερου χοίρου, και έχει δυνατούς χαυλιόδοντες σε κάθε σαγόκι, που του χρησιμεύουν ως όπλα άμυνας, καθώς και για σκάψιμο για την ανεύρεση τροφής. Οι χούλιοι του αναπτύσσονται σταθερά και μάλιστα αυτοί που βρίσκονται στην άνω γνάθο καμπυλώνουν αισθητά προς τα πάνω. Οι κάτω χαυλιόδοντες είναι, ωστόσο, οι περισσότερο επικίνδυνοι, καθώς με αυτούς το ζώο υπερασπίζεται τον εαυτό του και συχνά αποδίδει θανάσιμες πληγές. Περίπου τεσσάρων ετών το ζώο έχει χαυλιόδοντες κατεξοχήν ίσιους και πιο οξείς ενώ οι γηραιότεροι κάπροι έχουν πιο καμπυλωτούς χαυλιόδοντες⁵⁷. Το ζώο αναπαρίσταται στην τέχνη διαφόρων λαών κατά την αρχαιότητα και το κυνήγι του αποτελούσε πάντα αγαπημένη αν και συχνά επικίνδυνη διαδικασία για τους κυνηγούς⁵⁸.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΩΝ ΘΗΛΑΣΤΙΚΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΟΥΝ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟ (ΟΣΤΕΟΛΟΓΙΚΑ, ΕΠΙΓΡΑΦΙΚΑ, ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΙΚΑ, κ.ά.)

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει προσπάθεια να προσδιοριστούν οι περιοχές που ζούσαν τα μεγάλα αυτά θηλαστικά με βάση τις πληροφορίες που έχουν διασωθεί από οστεολογικά κατάλοιπα και ανασκαφές, εικονογραφικές ενδείξεις και γραπτά κείμενα. Σε γενικές γραμμές, λόγω της ευρείας κατανομής των αρχαιολογικών υλικών και των διαφορετικών τύπων των κοινωνικών δραστηριοτήτων που εμπλέκονται, ο ερευνητής πρέπει να παραμένει επιφυλακτικός και να μην επέρχεται σε συμπεράσματα αν δεν έχει σαφή αποδεικτικά στοιχεία. Όπως φαίνεται

56 Scandura et al. 2011, 125. Η ταξινόμηση πραγματοποιήθηκε από τους Groves and Grubb (1993).

57 Popular Zoology 1832, 71-2.

58 Moorey 1999, 115.

και στην αρχαιότητα οι γεωγραφικές περιοχές, όπου τα ζώα αυτά έζησαν και οι πολιτιστικές περιοχές, όπου το υλικό χρησιμοποιήθηκε, δεν συμπίπτουν απαραίτητως. Το εμπόριο του ελεφαντόδοντου βασίστηκε στην λεπτή ισορροπία της προσφοράς και της ζήτησης. Μέχρι να βρεθεί μια χρήση για το υλικό, δεν υπάρχει ζήτηση, ανεξαρτήτως της εύκολης και άμεσης προσφοράς⁵⁹, οπότε ο ερευνητής οφείλει να ακολουθήσει μια ευρύτερη ακτίνα αναζητήσεων.

Η εύρεση σκελετικού υλικού σε μια συγκεκριμένη περιοχή, αν και όχι τόσο συχνή, αποτελεί σημαντική αξιόπιστη μαρτυρία για την παρουσία του θηλαστικού που οι αρχαίοι λαοί εκμεταλλεύτηκαν τους χαυλιόδοντες του. Στην περίπτωση που ανακαλύπτονται οστά μαζί με επεξεργασμένα τμήματα μαρτυρείται τοπική εκμετάλλευση αγέλης (και παρουσία του ζώου) στην περιοχή. Ακόμα κι αν τα κατάλοιπα έχουν μεταφερθεί από αλλού, επίσης υποδεικνύονται κάποιου είδους ανταλλαγές, έστω τοπικού επιπέδου⁶⁰. Επιπλέον, πρέπει να γίνει αντιληπτό πως η ύπαρξη οστεολογικού υλικού δεν είναι δεδομένη στις περιοχές που έχει αποδειχθεί μεγάλη παράδοση στην επεξεργασία. Σε κάποιες περιοχές που ένα υλικό υπάρχει σε αφθονία, υπάρχουν περιπτώσεις οι κοντινοί κάτοικοι να μη το χρησιμοποιούν, ενώ αντίθετα για κάποιες πιο απομακρυσμένες περιοχές να αποτελεί σύμβολο και αντικείμενο αξίας οπότε και να το επιζητούν. Η αξία της πρώτης ύλης επομένως, δεν σχετίζεται μόνο με κάποια ενυπάρχουσα ιδιαίτερη ποιότητα, αλλά και σε συνάρτηση της απόστασης του περιβάλλοντος που το ζώο ζει με την περιοχή που το αντικείμενο χρησιμοποιήθηκε⁶¹.

Οι απεικονίσεις στην εικονογραφική τέχνη της εποχής και τα αρχαία σωζόμενα κείμενα παρέχουν επιπλέον πηγή, αλλά αποτελούν μια κάπως αμφίβολη ποιότητα. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός, ότι παρά την ξεχωριστή δυνατότητα χρήσης του υλικού από τους τεχνίτες και τη διαδεδομένη χρήση του τελικού αντικειμένου από τους ανθρώπους, φαίνεται να μην υπάρχει πάντα άμεση σύνδεση της ακατέργαστης ύλης με το ζωντανό θηλαστικό που το παρέχει. Παρά την εντυπωσιακή τους εμφάνιση, αυτά τα ζώα ποτέ δεν έγιναν αγαπημένη απεικόνιση στους ανατολίτες καλλιτέχνες, τουλάχιστον ως την περίοδο των Ασσυρίων⁶². Επομένως τα στοιχεία που αναφέρονται στο αρχαιολογικό αρχείο από μόνα τους δεν παρέχουν ασφαλή αποδεικτικά στοιχεία για την ύπαρξη του ζώου σε κάποια περιοχή, καθώς σε καμιά περίπτωση δεν καθίσταται σαφές από που ακριβώς προήλθε το ζώο ή το πολύτιμο υλικό καθώς διακινούνταν

59 Chaiklin 2010, 532.

60 Krzyszkowska 1988, 226; Horwitz και Tchémov 1990, 68.

61 Choyke 2003, 141.

62 Caubet 2002, 224. Στον μαύρο οβελίσκο που ανήγγηρε ο Shalmaneser III (858-824 π.Χ.) και απεικονίζεται το θηλαστικό με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ασιατικού ελέφанта να συνοδεύεται από τον οδηγό του.

και ανταλλάσσονταν είτε ως ακατέργαστο υλικό είτε ως τελικό αντικείμενο σε μια μεγάλου εύρους περιοχή του αρχαίου κόσμου.

3.1 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου στην ανατολική Μεσόγειο

Ο ιπποπόταμος (*Hippopotamus amphibius*) χρησιμοποιήθηκε για το ελεφαντόδοντο όσο ο ελέφαντας, ίσως μάλιστα σε ορισμένες περιόδους της ιστορίας και σε συγκεκριμένες περιοχές ακόμη περισσότερο, παρόλη την μικρότερη επιφάνεια επεξεργασίας που παρέχουν οι χαυλιόδοντες του. Αυτή η διαπίστωση οδήγησε στην επανεξέταση πολλών αντικειμένων που είχαν στο παρελθόν μακροσκοπικά χαρακτηριστεί ως προερχόμενα από ελέφαντα και στο συμπέρασμα ότι τα δόντια ιπποπόταμου αποτέλεσαν κοινή πηγή ελεφαντόδοντου για τον αρχαίο κόσμο⁶³. Δυστυχώς δεν υπάρχουν πολλά γνωστά στοιχεία για τον τρόπο που πραγματοποιούνταν το εμπόριο του σε σχέση με την πηγή προέλευσης του υλικού. Παράλληλα με τα σωζόμενα αρχαιολογικά στοιχεία, μια πιο προσεκτική ματιά στις συγκεκριμένες διατροφικές συνήθειες και τις οικολογικές απαιτήσεις διαβίωσης του ιπποπόταμου, στενεύουν τα γεωγραφικά όρια στα οποία θα μπορούσε να πραγματοποιείται το κυνήγι του και κατ' επέκταση οι απαρχές της εκμετάλλευσης και διακίνησης του πολύτιμου υλικού. Οι δύο πιο πιθανές πηγές ελεφαντόδοντου από ιπποπόταμο κατά την ΥΕΧ είναι η Συρο-Παλαιστίνη και η Αίγυπτος.

3.1.1 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου στη Συρο-Παλαιστίνη

Υπάρχουν επαρκή στοιχεία που να υποδεικνύουν ότι ο ιπποπόταμος κατοίκησε στις βαλτώδεις περιοχές της Συρο-Παλαιστίνης, όπως στην κοιλάδα του Ορόντη και στην πεδιάδα της Αμούκ κατά την ΕΧ έως και την πρώτη χιλιετία π.Χ. και επομένως αυτές ήταν οι πιο πιθανές πηγές ιπποποτάμιου ελεφαντόδοντου στην Ανατολή⁶⁴. Επεξεργασμένα δόντια ιπποπόταμου που ανακαλύφθηκαν σε εργαστήριο της ύστερης 4^{ης} χιλιετηρίδας π.Χ. της Εγγύς Ανατολής στην περιοχή Bir es Safadi⁶⁵, υποδεικνύουν την ύπαρξη του ζώου στην ευρύτερη περιοχή, όμως η πρόωμη αυτή περίοδος δεν ευνοεί της μακρινές συναλλαγές. Κατάλοιπα ιπποπόταμου εντοπίστηκαν στις ακτές της Γαλιλαίας που αποδεικνύουν ότι η λίμνη ήταν κάποτε ο βιότοπος του ιπποπόταμου. Ένα οστό από περιβάλλον της ΠΕΧ ΙΙ αναφέρθηκε επίσης στο Tel Arhek, στη λεκάνη του ποταμού Yarkon. Εκτός από τα ιπποποτάμια ζωικά κατάλοιπα, αρκετά σμιλεμένα αντικείμενα από δόντια ιπποπόταμου βρέθηκαν σε περιβάλλον της ΠΕΧ ΙΙ-ΙΙΙ. Αναπαριστούν κεφαλή ταύρου με σκαλισμένα στρογγυλά μάτια και γραμμές τομής πάνω τους, και πλευρικές διατρήσεις που απεικονίζουν τα αυτιά και τρύπες στη βάση του λαιμού (εικ.15). Θεωρείται ότι

63 Pulak 2008-9, 294.

64 Krzyszkowska and Morkot 2000, 326; Krzyszkowska 1988, 228; Caubet 2013, 450.

65 Cluzan 2008-9, 328.

μάτια και κέρατα θα ήταν ένθετα καθώς ορισμένα έχουν διάτρηση για σπές⁶⁶. Οι περιοχές αυτές θα πρέπει να τροφοδοτούσαν με ελεφαντόδοντο τις αγορές της MEX, όπως του Acemho Yuk και του Kultere και στη συνέχεια της YEX με παραδείγματα από τις Kamid el-Loz, Megiddo και Ugarit⁶⁷. Οστεολογικό υλικό που βρέθηκε στο Tel Qasile στο σύγχρονο Τελ Αβίβ προτείνει την παρουσία ενός μικρού συγκριτικά με τις προαναφερθείσες περιοχές πληθυσμού στην περιοχή, που επέζησε ως τον ύστερο 4^ο αιώνα π.Χ.⁶⁸. Το ιδιαίτερα δυσανάλογο ποσό των επεξεργασμένων ελεφαντόδοντων ιπποπόταμου, σε σχέση με τα λιγότερα του ελέφαντα που βρέθηκαν στην Ουγκαρίτ, μπορεί να αποδοθεί στην ευκολία με την οποία θα μπορούσε να ληφθεί το υλικό στην περιοχή. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η ιδιαίτερα δημοφιλής παραγωγή πυξίδων πάπιας από τους κάτω κυνόδοντες του ζώου, όχι μόνο στην Ουγκαρίτ, αλλά σε ολόκληρη την ανατολική ακτή της Μεσογείου, που ουσιαστικά υποδεικνύει τη γνώση κατασκευής και την προτίμηση παραδοσιακά του χαυλίου ιπποπόταμου κι όχι του ελέφαντα. Είναι όλο και περισσότερο ξεκάθαρο ότι το δόντι ιπποπόταμου αποτελούσε την επιθυμούμενη επιλογή για λόγους χρηστικούς παρά τις δυσκολίες στην επεξεργασία του στην περιοχή για πάνω από 500 χρόνια κατά τη δεύτερη χιλιετία π.Χ.⁶⁹. Αντίθετα, ερωτήματα αναφορικά με την ύπαρξη του ζώου προξενεί το γεγονός ότι στην εικονογραφία της Εγγύς Ανατολής και στις γνωστές γλώσσες, όπως τα ακκαδικά ή εβραϊκά δεν εμφανίζεται ο ιπποπόταμος. Το γεγονός αυτό ενισχύει τις απόψεις για μη αναγνώρισή του από τους λαούς της περιοχής και κατ' επέκταση την αποκλειστική διαβίωσή του στην Αίγυπτο. Στη γειτονική Μεσοποταμία δεν υπάρχουν στοιχεία για τη ύπαρξη του ζώου, ούτε εμφανίζεται στην τοπική τέχνη. Αν και τότε το δόντι ιπποπόταμου χρησιμοποιήθηκε εκεί θα έγινε από εισαγωγές ακατέργαστου υλικού ή έτοιμων αντικειμένων από τα δυτικά⁷⁰.

3.1.2 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου στην Αίγυπτο

Στη βόρειο Αφρική το σύγχρονο είδος του *Hippopotamus amphibius* εμφανίζεται σε βραχογραφίες και χαρακτικά στα υψίπεδα και τα βουνά της Σαχάρας, γεγονός που υποδηλώνει ότι κάποτε η Σαχάρα ήταν υδροφιλής. Ένα παράδειγμα από τη θέση Djanet στα όρη Tassili n'Ajjer απεικονίζει τρεις ιπποπόταμους σε κυνήγι με μονόξυλα και τοποθετείται στα 3000 με 2000 π.Χ., ενώ το μεγαλύτερο παράδειγμα προέρχεται από την Tilemsin, που βρίσκεται κοντά

66 Milevski 2005, 215-6.

67 Moorey 1999, 116.

68 Krzyszkowska and Morkot 2000, 326.

69 Moorey 1999, 116; Krzyszkowska 1988, 228.

70 Moorey 1999, 115. Εκτός από μια χτένα στην ύστερη προϊστορία στον Τάφο 34 στο Τεπέ Γκαουρα, μόνο κάποια από τα ελεφάντινα αντικείμενα από το Tell Brak ανήκουν στον συμβατικό τύπο του ιπποπόταμου δοντιού της ύστερης εποχής του Χαλκού της Συρίας, και μπορούν να χαρακτηριστούν ως παραδείγματα εισαγωγής στην Μεσοποταμία.

στα δυτικά σύνορα της Λιβύης στην περιοχή Messak Mellet⁷¹. Ο ιπποπόταμος ήταν γνωστός στην Αίγυπτο, όπως αποδεικνύεται από τοιχογραφίες σε τάφους και το ελεφαντόδοντό του χρησιμοποιήθηκε κυρίως πριν και κατά τη διάρκεια του Παλαιού Βασιλείου. Το κυνήγι ιδιαίτερα επικίνδυνων ζώων όπως ο ιπποπόταμος αποτελούσε βασιλικό προνόμιο⁷², αλλά επιπλέον είχε και συμβολική σημασία. Απεικονίσεις σε σκηνές από τοιχογραφίες κυνηγιού με τρίαίνες πιστεύεται ότι αναπαριστούσαν το θρίαμβο του βασιλιά έναντι στο χάος, αλλά δεν είναι γνωστό αν μετά το κυνήγι γινόταν εκμετάλλευση του υλικού⁷³(**εικ.16**). Ο ιπποπόταμος φαίνεται να είχε κατοικήσει εκτός από τις περιφέρειες του Άνω ποταμού, ακόμα και στο Δέλτα του Νείλου. Από το Δέλτα φαίνεται να εξαφανίστηκε κατά το 17^ο μ.Χ. αιώνα, ενώ για τελευταία φορά ίχνη του θηλαστικού παρατηρήθηκαν στην Άνω Αίγυπτο ακόμα και τον 20^ο αιώνα μ.Χ.⁷⁴ Περιέργως, και παρά το γεγονός ότι ο ιπποπόταμος είναι εγγενής στην Αίγυπτο, υπάρχουν λίγες ενδείξεις ακατέργαστου οστεολογικού υλικού από τις ύστερες προδυναστικές περιοχές (περ. 2900 π.Χ.) της Maadi κοντά στο Κάιρο, της Γκίζα που χρονολογείται στις I – IV Δυν. (περ. 3100 – 2494 π.Χ.) και της Ελεφαντίνης από την III ως την VI Δυν. (περ. 2686-2181 π.Χ.). Κατά την YEX υπάρχουν παραδείγματα από την Tell el-Dab'a και το βόρειο Καρνάκ (Άνω Αίγυπτος) γύρω στο 1600-1550 π.Χ., ενώ επίσης πολυάριθμα οστά και δόντια ιπποπόταμου βρέθηκαν στις πόλεις Matmar και Qau της Μέσης Αιγύπτου κατά την XIX Δυν. (περ. 1306-1195 π.Χ.). Επιπλέον, στο νότιο Σουδάν η περιοχή της Debbat El Eheima (περ. 1600 – 1000 π.Χ.), που βρίσκεται στη δυτική όχθη του Λευκού Νείλου, παρουσίασε τμήματα δοντιών και οστών. Ο βιότοπος της περιοχής αυτής, αποτελεί μια παραποτάμια περιβαλλοντική ζώνη του Νείλου η οποία λαμβάνει 500 χιλ. ετήσιων βροχοπτώσεων, και ήταν αναμφισβήτητα έδαφος που ευνοούσε τη διαβίωση του ιπποπόταμου⁷⁵.

Η οικειότητα των αρχαίων Αιγυπτίων με το θηλαστικό είναι εμφανής στην απεικονιστική τέχνη. Εξωτερικά στοιχεία του ζώου χρησίμευσαν ως αναγνωριστικά στοιχεία για θεότητες που εμφανίζονται με ανθρώπινη μορφή, και συχνά ήταν εξαιρετικά αμφιλεγόμενες. Ένας τέτοιος συνδυασμός ιπποπόταμου, λιονταριού και κροκοδείλου που κατασπαράσσει την ψυχή των καταραμένων είναι η Ammet. Κατά παρόμοιο τρόπο ο ιπποπόταμος έχει εκπροσωπήσει τον θεό Seth, τον παραδοσιακό εχθρό του Horus, ενώ άλλες φιγούρες ιπποπόταμου, ζωγραφισμένες με

71 Eltringham 1999, 1; Lafrenz 2004, 24.

72 Ήρωες, βασιλιάδες ή υψηλής ιεραρχίας άτομα γενικά, συχνά έπρεπε να επιδείξουν ότι συμμετείχαν σε εξωτερικές γεωγραφικές και συμβολικές δραστηριότητες, αποκτώντας εξωτικά αγαθά και όντας επιδέξιοι τεχνίτες και κυνηγοί, βλ. Hamilakis (2003, 240).

73 Krzyszkowska and Morkot 2000, 326; Brewer 1999, 308.

74 Krzyszkowska and Morkot 2000, 326.

75 Lafrenz 2004, 30.

φυτικά σχέδια που προδίδουν αναγέννηση, τοποθετούνταν σε ιδιωτικούς τάφους⁷⁶. Κατά τη διάρκεια της Παλαιοανακτορικής περιόδου, η εικονογραφία της μικρότερης αιγυπτιακής θεάς με τη μορφή ιπποπόταμου, Taweret (**εικ.17**), ήταν ιδιαίτερα δημοφιλής στην Αίγυπτο. Αντικείμενα, όπως οι μαγικοί ράβδοι, κατασκευάζονταν από κοπήρες ιπποπόταμου, και μερικά από αυτά ταξίδεψαν ως τη Βίβλο⁷⁷. Ενώ η εικονογραφία υποδεικνύει την αναγνωρισιμότητα του ιπποπόταμου στην Αίγυπτο, η γενική έλλειψη οστεολογικού υλικού όμως, υποδεικνύει ότι οι Αιγύπτιοι δεν χρησιμοποιούν ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου, προτιμώντας αντ' αυτού να δημιουργούν αντικείμενα από ελέφαντα. Ίσως οι πληθυσμοί του ιπποπόταμου να ήταν ήδη συρρικνωμένοι κατά το Νέο Βασίλειο, και πιθανώς να βρίσκονταν σε περιοχές της Άνω παρά της Κάτω Αιγύπτου. Οι τοιχογραφίες στους τάφους από μόνες τους δεν υποστηρίζουν μια συγκεκριμένη θέση παρουσίας του ζώου, και θα μπορούσαν απλά να αναπαριστούν το κυνήγι του ιπποπόταμου που διεξάγονταν κατά κύριο λόγο στην Άνω Αίγυπτο.

3.2 Στοιχεία για την εμφάνιση του ελέφαντα στην ανατολική Μεσόγειο

Υπάρχουν δύο κύριες περιοχές από τις οποίες θα μπορούσε να γίνει προμήθεια ελεφαντόδοντου από ελέφαντα στην ανατολική Μεσόγειο κατά την YEX, η Αίγυπτος και η Συρία. Ωστόσο, η ανάπλαση του εμπορίου του ελεφαντόδοντου περιπλέκεται από το γεγονός ότι η Αίγυπτος έχει λειτουργήσει ως ενδιάμεσος παράγοντας, αποκτώντας ελεφαντόδοντο από άλλα εδάφη (υποσαχάρια Αφρική) και ενδεχομένως, από τα δυτικά. Πράγματι, το ελεφαντόδοντο από τη βόρεια Αφρική –με ή χωρίς την Αίγυπτο ως μεσάζοντα- είναι μια σημαντικά εναλλακτική απάντηση, όσον αφορά την προέλευση. Το ελεφαντόδοντο από ελέφαντα αποτέλεσε την κύρια πηγή υλικού για τους κατοίκους της Αιγύπτου και έπειτα ο ιπποπόταμος. Στοιχεία για τη χρήση ελεφαντόδοντου από άλλα μεγάλα θηλαστικά, όπως ο θαλάσσιος ίππος, τα μαμούθ ή και οι χαύλιοι κάπρου που χρησιμοποιήθηκαν στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη, είναι ελλιπή⁷⁸.

3.2.1 Στοιχεία για την εμφάνιση του αφρικανικού ελέφαντα

Κατά τη νεολιθική εποχή από τη Σαχάρα και το Μαγκρέμπ (βορειοδυτική Αφρική) ως το Νείλο έχουν βρεθεί λείψανα οστών και γνάθων ελέφαντα και εγχάρακτες ή ζωγραφισμένες βραχογραφίες που τα χαρακτηριστικά του θηλαστικού και τα αυτιά θυμίζουν τα γνωστά

76 Teeter 2002, 336-340. Ένα από τα πιο συναρπαστικά χαρακτηριστικά των ζώων στην αιγυπτιακή θρησκεία είναι η χρήση των παραστάσεων των θεών και της ποικιλομορφίας τους σε αυτές τις παραστάσεις. Μια μοναδική θεότητα μπορεί να εκπροσωπείται ζωομορφολογικά, θηριοανθρωπομορφικά, και ανθρωπόμορφα και αντίθετα, ένα συγκεκριμένο ζώο θα μπορούσε να αντιπροσωπεύσει μια ποικιλία θεοτήτων.

77 Rehak and Younger 1998a, 233-235. Δεδομένου ότι η Taweret ήταν θεά της γονιμότητας και προστάτιδα των μητέρων και των παιδιών, οι ράβδοι πιστεύεται ότι είχαν αποτροπαϊκή λειτουργία.

78 Krzyszkowska and Morkot 2000, 320.

αφρικανικά είδη (εικ.18). Η ύπαρξή τους δείχνει πως το κλίμα της περιοχής σε εκείνες τις περιόδους ήταν πιο υγρό⁷⁹. Οι ελέφαντες ήταν σίγουρα γνωστοί στην προδυναστική Αίγυπτο, αλλά παραμένει μυστήριο τι πρέπει να προκάλεσε το μυαλό των ανθρώπων που κατοικούσαν στην κοιλάδα του Νείλου το εντυπωσιακό τους μέγεθος, τα διακριτά φυσικά χαρακτηριστικά τους και το πολύτιμο ελεφαντόδοντο για την εικονογραφική του παρουσία και την δημιουργία μύθων. Υπάρχουν λίγες καταγεγραμμένες μαρτυρίες για την ύπαρξή τους στην προδυναστική περίοδο αν και όχι σπάνιες στη λίθινη τέχνη. Πολλά όμως από τα κινητά έργα τέχνης είναι χωρίς προέλευση και οι ημερομηνίες που τους αποδίδονται κυμαίνονται χρονικά ή παραμένουν ασαφείς. Προϊστορικά λείψανα ελέφαντα κατά τον ρου του Νείλου στις περιοχές της Νουβίας και της Αιγύπτου, δεν έχουν ακόμη ανακτηθεί, αν και αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί στην κακή διατήρησή τους από τις ετήσιες πλημμύρες και τον πυκνό ανθρώπινο πληθυσμό⁸⁰. Από νεκροταφείο ήδη των μέσων της 4^{ης} χιλιετίας στην Ιερακόπολη εντοπίζεται οστεολογικό υλικό και φαίνεται πως η ελίτ τάξη θεωρούσε το κυνήγι άγριων θηλαστικών, όπως των ελεφάντων και ιπποπόταμων ως επίδειξη δύναμης. Ανάμεσα στα θηλαστικά που ενταφιάστηκαν ολόκληρα και περιελάμβαναν πολλά άλλα άγρια είδη, βρέθηκε κι ένας 10χρονος αφρικανικός ελέφαντας⁸¹.

Φαίνεται επομένως πως ο ελέφαντας ήταν απών στην ίδια την Αίγυπτο και πηγή ελεφαντόδοντου κατά την Ύστερη Εποχή του Χαλκού, πιθανόν να ήταν η βόρεια Αφρική. Ιστορικά στοιχεία από την εποχή του σιδήρου και αργότερα υποδεικνύουν ότι ελέφαντες περιπλανιόταν στο Μαγκρέμπ κατά την πρώτη χιλιετία μ.Χ.⁸². Το γεγονός όμως πως στα περσικά ο Νείλος ονομάζονταν *Pirava* που σήμαινε ο ποταμός του ελεφαντόδοντου ή των χαυλιοδόντων, υποδεικνύει πως το ποτάμι αποτελούσε το δρόμο του εμπορίου για το πολύτιμο υλικό από την εσωτερική Αφρική⁸³ ή ότι η λέξη δημιουργήθηκε σε αρχαιότερους χρόνους που στη χώρα της Αιγύπτου διαβίωνε ακόμα το μεγάλο θηλαστικό και το εμπορεύονταν προς τα ανατολικά. Ένας από τους οβελίσκους που ανεγέρθησαν από τη Χατσεψσούτ στο Καρνάκ φέρει την επιγραφή: «Έφερα τα αγαθά των *Tjehenu*⁸⁴ που αποτελείται από 700 χαυλιόδοντες ελέφαντα (τα οποία) ήταν εκεί ... πολλά δέρματα πάνθηρα (μετρημένα) 5 πήχεις κατά μήκος της πλάτης (και) ανήκουν στο

79 Scullard 1974, 26; Brewer 1999, 306.

80 Friedman et al 2002, 151-158-163. Μάλιστα οι απεικονίσεις του θηλαστικού υποδεικνύουν ότι οι άνθρωποι δεν είχαν μεγάλη εικονιστική εμπειρία παρουσιάζοντάς το συχνά χωρίς χαυλιοδόντες από μοντέλα τα οποία μοιάζανε έφηβα και δεν είχαν αναπτύξει ακόμα τα πλήρη χαρακτηριστικά τους.

81 Friedman 2012, 87.

82 Hendrickx et al 2002, 112-3. Αυτοί πιθανόν θα ήταν οι ελέφαντες που αργότερα ο Αννίβας και οι Καρχηδόνιοι θα χρησιμοποιήσουν στους Πουνικούς πολέμους.

83 Lapatin, 2001, 10.

84 Νομαδικός λαός που κατοικούσε στη σημερινή ανατολική Λιβύη. Δεν έχει αποδειχτεί αν πραγματοποιούσε εμπορικές συναλλαγές ώστε να μπορεί να διαθέσει τέτοιο μέγεθος ελεφαντόδοντου ή αν και η επιγραφή στον οβελίσκο αποτελεί γενικότερη αναφορά σε δυτικούς λαούς.

νότιο πάνθηρα, εκτός από όλα τα (άλλα) αγαθά αυτής της χώρας»⁸⁵. Κατά το δεύτερο μισό της δεύτερης χιλιετίας π.Χ. ωστόσο, οι ελέφαντες ανασυντάχθηκαν σε οικοτόπους μεταξύ του Μαρόκου στα δυτικά και της βορειοδυτικής Λιβύης στα ανατολικά, μέσω της βόρειας Αλγερίας και της Τυνησίας, και επιπλέον στα βόρεια και ανατολικά του Σουδάν⁸⁶.

Οι ερευνητές αμφιβάλλουν πως οι αρχαίοι γνώριζαν την ύπαρξη του ελέφαντα της σαβάνας (*L. Africana africana*), και υποστηρίζουν πως το υλικό θα προέρχονταν από τους ελέφαντες των δασών που υπήρχε σε Μαυριτανία, Λιβύη και Αιθιοπία, Ερυθραία και Σομαλία στα ανατολικά⁸⁷. Εντούτοις, κάποιοι χαυλιόδοντες από αρχαιολογικά πλαίσια (π.χ. Nimrud) είναι τόσο μεγάλοι σε διάμετρο, ώστε ο ελέφαντας της σαβάνας μοιάζει να είναι πιο πιθανή πηγή καθώς οι μεγαλύτεροι χαυλιόδοντες του θα υπερείχαν στις προτιμήσεις των ανθρώπων, έναντι εκείνων του δάσους (*L. Africana cyclotis*) και της Ασίας (*E. maximus*). Τμήμα χαυλιόδοντα από το ναυάγιο του Ulu Burun του 14^{ου} αιώνα το οποίο έχει 15 εκ. διαμ. κομμένο πέρα από την πολυική κοιλότητα **(εικ.19)** και ένα μεγάλο τμήμα 18 εκ. περίπου από τις Μυκήνες, προέρχονται από αντίστοιχου μεγέθους χαυλιόδοντες. Με σύγχρονα κριτήρια ο ελέφαντας της σαβάνας θα ήταν πιο πιθανό να παράγει τέτοιου μεγέθους ελεφαντόδοντο, αλλά δεν είναι σωστό να βγουν αντίστοιχα συμπεράσματα για το ελεφαντόδοντο της χιλιετίας π.Χ.⁸⁸. Η αδυναμία να αποκομισθούν πιο ακριβή συμπεράσματα είναι προκλητική, δεδομένων των βασικών ζητημάτων που διακυβεύονται αναφορικά με τα πρότυπα απόκτησης και το εμπόριο μακρινών αποστάσεων στην Αίγυπτο και πέρα από τα σύνορά της.

Από την ευρύτερη περιοχή της Αφρικής, η Αίγυπτος φαίνεται να ήταν ο μεσάζοντας στη διακίνηση του ελεφαντόδοντου και θα μπορούσε να εισάγει ελεφαντόδοντο από οπουδήποτε, αν και τα περισσότερα στοιχεία για εισαγωγές δείχνουν προς το Νότο. Ο νουβικός Νείλος, νότια του Πρώτου καταρράκτη και η αιγυπτιακή συνοριακή πόλη Ελεφαντίνη, αποτέλεσαν ένα αποτελεσματικό θαλάσσιο διάδρομο για το εμπόριο μεταξύ της Αιγύπτου και της υπόλοιπης Αφρικής. Ελεφαντόδοντο μαζί με χαλκό, χρυσό, έβανο και εξωτικά ζώα εισέρχονταν στην Αίγυπτο από το νότο, μέσα από τα χέρια Νούβιων μεσαζόντων ή Αιγύπτιων που είχαν τοποθετηθεί εκεί για να κυριαρχήσουν στο νουβικό εμπόριο. Κατά τη διάρκεια του Παλαιού Βασιλείου, αιγυπτιακές αποστολές στη Νουβία αποκτούσαν αυτό που ήθελαν χρησιμοποιώντας βία. Κατά τη διάρκεια του Μέσου και του Νέου Βασιλείου, οι Αιγύπτιοι κατέλαβαν τμήματα της Νουβίας, και τα εξουσίαζαν με μεγάλη γραφειοκρατία και στρατιωτική εξουσία για τον έλεγχο

85 Cluzan 2008-9, 328; Lafrenz 2004, 45.

86 Lafrenz 2004.

87 Krzyszkowska 1990, 17.

88 Krzyszkowska and Morkot 2000, 321.

του εμπορίου, την απόκτηση φόρων και την ανεύρεση σκλάβων. Με τους Αιγύπτιους να κρατούν τον έλεγχο του θαλάσσιου εμπορίου, προσφορές από το νότο εισέρεαν στην φαραωνική χώρα σε μεγάλες ποσότητες. Μια σκηνή σε τοιχογραφία από τον τάφο του Huy στις Θήβες, ο οποίος έζησε κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Τουταγχαμών, παρουσιάζει προσφορές από τους Kush να φθάνουν σε έξι διακοσμημένες βάρκες⁸⁹. Η γη στο νότο της Αιγύπτου από την οποία προέρχονταν το ελεφαντόδοντο ήταν γνωστή ως Punt και Meroe στους Αιγυπτίους και αντιστοιχούν περίπου στη Σομαλία και το ανατολικό/νοτιοανατολικό Σουδάν. Μια αποστολή από το Σέσωστρο I (περίοδος βασιλείας 1971-1928 π.Χ.) στη Νουβία καταγράφει πως επέστρεψε με ένα ζωντανό ελέφαντα. Επίσης, οστά αρσενικού ελέφαντα ανακτήθηκαν από τη βασιλική κατοικία του Ραμσή⁹⁰. Πράγματι, στο Νέο Βασίλειο οι χαυλιόδοντες αποστέλλονταν προς τον Κάτω Νείλο με αυξημένη συχνότητα και η βασίλισσα Χατσεπσούτ⁹¹ έστειλε μια εκστρατεία για να προμηθευτούν χαυλιόδοντες, μεταξύ άλλων αγαθών, γύρω στο 1500 π.Χ.⁹²

Το ελεφαντόδοντο εισαγόταν από το Σουδάν μέσω της κοιλάδας του Νείλου ή της Ερυθράς Θάλασσας κατά τη διάρκεια της 18^{ης} και 19^{ης} δυναστείας (περ. 1550-1186 π.Χ.) καθώς δεν υπήρχαν ελέφαντες στην Αίγυπτο και στη Νουβία την συγκεκριμένη εποχή. Μια επιγραφή από την Qusr Ibrim στην Κάτω Νουβία, που χρονολογείται από την εποχή του Φαραώ Amenophis II (περ. 1427 – 1400 π.Χ.), αναφέρει τις εισαγωγές περίπου 500 χαυλιόδοντων από τις «*χώρες του Νότου*»⁹³. Στον Τάφο του Rekhmire απεικονίζονται Νούβιοι και άνδρες της Punt να μεταφέρουν ελεφαντόδοντο στην Αίγυπτο **(εικ.20)**, με ακόμη έξι χαυλιόδοντες συσσωρευμένους στην κεφαλή της πομπής⁹⁴. Η μυθική ιστορία του Ναυαγού αναφέρει: «*Στη συνέχεια, μου έδωσε ένα φορτίο από μύρο, λάδι, λάβδανο, μπαχαρικά, αρώματα, χρώματα βαφής ματιών, ουρές καμηλοπάρδαλης, μεγάλη κομμάτια θυμιάματος, χαυλιόδοντες ελέφαντα, λαγωνικά, μαϊμούδες με μακριές ουρές, μπαμπούνους, και όλα τα είδη των πολύτιμων ειδών. Τα φόρτωσα στο πλοίο...*». Αν και πρόκειται για μύθο, με πολλές αλληγορικές αναφορές σε αυτόν τον κόσμο και στη μετά θάνατον ζωή, η ιστορία του Ναυαγού φαίνεται να βασίζεται σε πραγματικά περιστατικά σχετικά με τις αποστολές στην Ερυθρά Θάλασσα που ήταν γνωστές στο αιγυπτιακό κοινό του Μέσου Βασιλείου⁹⁵.

89 Gilbert 2008, 63-71.

90 Lafrenz 2004, 40.

91 Gilbert 2008, 80. «Η φόρτωση των πλοίων βαριά με τα θαύματα της χώρας Punt, όλα τα ωραία αρωματικά ξύλα από τη γη του Θεού, σωρούς από μύρο, με φρέσκα δέντρα μύρου, με έβενο και καθαρό ελεφαντόδοντο, με πράσινο χρυσό της Emu, ... με καλλυντικά ματιών, με πιθήκους ... και με δέρματα από νότιο πάνθηρα, με τους ανθρώπους της Punt και τα παιδιά τους. Ποτέ δεν έφεραν παρόμοια για κανένα βασιλιά, ο οποίος υπήρχε από την αρχή».

92 Krzyszkowska 1988, 227; Cluzan 2008-9, 328.

93 Cluzan 2008-9, 328.

94 Lafrenz 2004, 41.

95 Gilbert 2008, 80.

3.2.2 Στοιχεία για την εμφάνιση του ασιατικού και συριακού ελέφαντα

Στοιχεία για την ύπαρξη ελέφαντα στη δυτική Ασία πριν από το 2000 π. Χ. είναι ελάχιστα, καθώς δεν υπάρχουν γραπτά κείμενα και το δημοσιευμένο οστεολογικό υλικό καταγράφει μόνο μερικά οστά από την Ουγκαρίτ της πρώιμης εποχής του χαλκού. Ο χαυλιόδοντας που βρέθηκε σε ένα εργαστήριο στο Bir es-Safadi κοντά στη Beersheba (περ. 3300 π.Χ.) δεν έχει διευκρινισθεί αν προέρχεται από κοπήρα ιπποπόταμου. Ακόμα και επεξεργασμένα ελεφαντόδοντα ήταν αρκετά σπάνια πριν την ΥΕΧ, όμως η έλλειψη στοιχείων δεν πρέπει να εξισώνεται με την απουσία ελεφάντων. Στην Ουγκαρίτ έχει ειπωθεί ότι το ελεφαντόδοντο από ελέφαντα αντιπροσώπευε ένα μόνο μικρό ποσοστό των επεξεργασμένων αντικειμένων, που, εν μέρει, αντισταθμίζεται από το μέγεθος και την ποιότητα της επεξεργασίας. Παρόλη την έλλειψη ικανοποιητικών στοιχείων, φαίνεται πως η τοπική εκμετάλλευση του ζώου για το ελεφαντόδοντο, θα ξεκινούσε με αργά βήματα⁹⁶.

Στη νοτιοδυτική Ασία, οι πρώτες παραστάσεις των ελεφάντων που εμφανίζονται στην τέχνη και τη μυθολογική λογοτεχνία, προέρχονται από την ανατολική Κάτω Μεσοποταμία, και χρονολογούνται στα τέλη της 3^{ης} χιλιετίας π.Χ.. Το ύφος των απεικονίσεων στην περιοχή υποδηλώνει προέλευση από την κοιλάδα του Ινδού, και επομένως μια δευτερογενή, και όχι άμεση γνώση των ελεφάντων. Πριν από αυτή την ημερομηνία δεν υπάρχει καμία αναφορά ή απεικόνιση του θηλαστικού σε ακτίνα μήκους από την Ελλάδα έως την Αραβία. Αυτό ισχυροποιεί τις ενδείξεις ότι οι ελέφαντες της ΝΔ Ασίας κατά το ολόκαινο⁹⁷ δεν ενδημούσαν στην περιοχή και ότι οι λαοί της ΠΕΧ γνώριζαν γι' αυτούς μόνο μέσω της επαφής τους με την Ινδία, ή ενδεχομένως την Αίγυπτο⁹⁸. Οι παλαιότερες οστεολογικές αποδείξεις για την ύπαρξη του ασιατικού ελέφαντα είναι από τη Βαβυλώνα (περ. 1800 π.Χ.). Το ελεφαντόδοντο χρησιμοποιούνταν σίγουρα εκείνη την εποχή στα εργαστήρια των παλατιών για μεγαλύτερη και πιο πολυτελή χρήση. Τα οστεολογικά κατάλοιπα, ωστόσο, είναι ασαφές αν στην πραγματικότητα αποδεικνύουν προέλευση από το συριακό και όχι τον ασιατικό ελέφαντα, από εμπορικές δραστηριότητες ανατολικότερα και την Ινδία⁹⁹.

96 Krzyszkowska 1988, 227-8.

97 Η ολόκαινος εποχή ή ολόκαινος υποπερίοδος ή αλλούβιος υποπερίοδος, ή απλώς *ολόκαινο* (Holocene), είναι μία γεωλογική εποχή στην ιστορία της Γης, η πλέον πρόσφατη. Αυτή η εποχή άρχισε με το τέλος της πλειστοκαίνου εποχής, περίπου 10 ως 12 χιλιάδες χρόνια πριν, και συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

98 Carkirar and Ikram 2016, 169. Η απεικόνιση του αφρικανικού ελέφαντα στην τοπική εικονογραφία δια μέσω της Αιγύπτου αποτελεί λιγότερο πιθανή εκδοχή καθώς αυτά τα ζώα δεν ήταν πλέον αυτόχθονα εκείνη την περίοδο στην φαραωνική χώρα.

99 Barnett 1982, 5; Moorey 1999, 116.

Με βάση οστεολογικά και ιστορικά στοιχεία φαίνεται πως οι ελέφαντες επιβίωναν στη Συρία κατά τη διάρκεια της ΥΕΧ και περιπλανιόνταν στα έλη και τις κοιλάδες των ποταμών της Habur και του Μέσου Ευφράτη και των παραποτάμων του, έως τον ποταμό Ορόντη στο Λίβανο. Μεταξύ των πιο δυτικών ευρημάτων είναι εκείνα από την Sirkeli Hoyuk. Οστά ελέφαντα, εκτός από χαυλιόδοντες, έχουν βρεθεί στην Ras Shamra (Ουγκαρίτ), στο παλάτι της Alalakh στη βορειοδυτική Συρία¹⁰⁰, και πολλά άλλα μέρη της Μεσοποταμίας, όπως τη Βαβυλώνα και τη Nuzi¹⁰¹. Αν και το δίκτυο των αποδεικτικών στοιχείων είναι διάσπαρτο και ιδίως η χρονολογική του κάλυψη μάλλον περιορισμένη, η ύπαρξη του *Elephas maximus asurus* στη Μεσοποταμία φαίνεται να είναι αδιαμφισβήτητη. Από την άλλη πλευρά, οποιαδήποτε προσπάθεια για την ποσοτικοποίηση των δεδομένων αυτών ως προς τον πραγματικό αριθμό των ελεφάντων που θα μπορούσαν να επιβιώσουν στην άγρια φύση είναι καταδικασμένη σε αποτυχία, επειδή ο αριθμός των λειψάνων ανά περιοχή είναι πάρα πολύ μικρός για μια τέτοια επιχείρηση¹⁰² (εικ.21). Περαιτέρω ιστορικές αναφορές για το συριακό ελέφαντα προέρχονται από του 12^{ου} αιώνα Ασύριο βασιλιά Tiglath-pileser I (κυβέρνησε μεταξύ 1114-1076 π.Χ.), ο οποίος στην πέμπτη εκστρατεία του οδήγησε τους Ahlami (Αραμαίους) στο Carchemish και καυχήθηκε ότι «στην περιοχή της Haran και του ποταμού Habur σφάγιασα δέκα ισχυρούς αρσενικούς ελέφαντες και πήρα τέσσερεις ζωντανούς. Δέρματα και χαυλιόδοντες, μαζί με τους ζωντανούς ελέφαντες, έφερα στην πόλη μου την Ασσούρ...» πιθανόν για εμπλουτισμό των βασιλικών ζωολογικών κήπων. Αυτή είναι η τελευταία ιστορική πηγή για την ύπαρξη του θηλαστικού στην περιοχή, ενώ μετέπειτα στοιχεία υποδηλώνουν μόνο την παρουσία χαυλιόδοντων ως υλικό μέσο για την επιπλοποιία¹⁰³.

Ιστορικά στοιχεία από την Αίγυπτο τάσσονται επίσης υπέρ της Συρίας ως πηγή ελεφαντόδοντου. Αιγυπτιακές πηγές υπογραμμίζουν την κυρίως βασιλική, συμμετοχή στην απόκτηση και εκμετάλλευση του ελεφαντόδοντου. Κατά τη βασιλεία του Τούθμωση Ι αναφέρεται πως ελέφαντες σκοτώθηκαν για τους χαυλιόδοντές τους στη χώρα της Neya στην κοιλάδα του Ορόντη, ενώ στην ίδια περιοχή ο Thutmose III, λέγεται, ότι σκότωσε 120 ελέφαντες και τους έφερε πίσω στην Αίγυπτο. Τα χρονικά του Thutmose III στο Καρνάκ καταγράφουν την απόκτηση λαφύρων που περιλαμβάνουν έπιπλα από ελεφαντόδοντο μετά την ήττα Σύριων πριγκίπων, όπως κι ο κυβερνήτης της Μεγιδδώ. Επιπλέον, ο τάφος του Menkheperresoneb στη Θήβα, της εποχής του Thutmose III, απεικονίζει προσφορά «φόρου τιμής» στο Φαραώ από

100 Moorey 1999, 116. Ο Deraniyagala ανέφερε ότι είναι εμφανές ένα πεπλατυσμένο επίπεδο φθοράς στην κορυφή ενός χαυλιόδοντα, που είναι μια συνήθης κατάσταση στον *E. Maximus*, ενώ στον *Loxodonta Africana* η κορυφή είναι συνήθως κωνική (Deraniyagala 1955).

101 Barnett 1982, 6.

102 Becker 2005, 452.

103 Moorey 1999 116; Lafrenz 2004, 52.

Σύριους και Κεφτιού και στον τάφο του Sobekhotep κατά την περίοδο βασιλείας του Thutmose IV εμφανίζονται Σύριοι απεσταλμένοι, όπου ο ένας κρατά χαυλιόδοντα διακοσμημένο με μια χρυσή δέσμη και στην άκρη του παρουσιάζει προτομή μιας γυναίκας. Υποδεικνύεται επομένως, πως δεν πραγματοποιούνταν ανταλλαγή μόνο πρώτων υλών, αλλά και ολοκληρωμένων έργων¹⁰⁴. Ο τάφος του βεζίρη Rekhmire, (περ. 1458-1425 π. Χ.) κατά τη βασιλεία των Thutmose III και Αμενχοτέπ II, περιλαμβάνει σκηνές προσφορών τόσο από Σύριους εκπροσώπους, όσο επίσης από Κεφτιού¹⁰⁵. Μεταξύ αυτών των παραστάσεων παρουσιάζονται Σύριοι να προσφέρουν ένα μεγάλο ζευγάρι χαυλιοδότων και έναν μικρό ελέφαντα με ιδιαίτερα μεγάλους χαυλιόδοντες¹⁰⁶. Αν και έχει υποστηριχθεί πως μπορεί να αποτελεί μια μοναδική ένδειξη ύπαρξης του είδους *Mammuthus primigenius*, εμπειριστωμένες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα πως πρόκειται για συριακό ελέφαντα, πιθανόν με υπερτονισμένη απεικόνιση των χαυλιοδότων του νεαρού ζώου από τον καλλιτέχνη¹⁰⁷ (εικ.22).

Μια άλλη σημαντική πηγή αποδεικτικών στοιχείων για το εμπόριο των επεξεργασμένων ελεφαντόδοντων προέρχεται από τις επιστολές της Αμάρνα που χρονολογούνται κατά τις βασιλείες των Αμενχοτέπ III, Ακενατόν, Smenkhkare και Τουταγχαμών. Παρόλο που δεν είναι ενδεικτικές για την προέλευση του ζώου, τοποθετούνται σε αυτό το υποκεφάλαιο καθώς αποτελούν πληροφορίες για αγαθά που συναλλάσσονταν από μεγάλο μέρος της δυτικής Ασίας και μελετώνται ως ένδειξη για τη διαθέσιμη πρώτη ύλη από τους λαούς που αντάλλασαν αγαθά με την Αίγυπτο. Οι επιστολές, παρά το γεγονός ότι είναι αποσπασματικές και ελλιπείς, τεκμηριώνουν τις διπλωματικές ανταλλαγές μεταξύ της Αιγύπτου και των υποτελών στον φαραώ βασιλείων της Συρίας, καθώς και των άλλων μεγάλων δυνάμεων της Εγγύς Ανατολής, ιδιαίτερα των Hatti, Mitanni και τη Βαβυλώνα. Τα επεξεργασμένα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο έπαιξαν σημαντικό ρόλο σε αυτές τις ανταλλαγές και στις δύο κατευθύνσεις. Για παράδειγμα, η επιστολή EA 5 αναφέρει δώρα από τον Αμενχοτέπ III προς τον Kadasman-Enlil της Βαβυλώνας για το νέο παλάτι του: «1 κρεβάτι από έβενο, με ένθετα ελεφαντόδοντου και επικάλυψη με χρυσό, 3 κρεβάτια από έβενο με επικάλυψη από χρυσάφι, 1 *uissu* από έβενο επικαλυμμένο με χρυσάφι, 1 μεγάλη καρέκλα από έβενο επικαλυμμένη με χρυσάφι, 5 καρέκλες από έβενο επικαλυμμένες με χρυσάφι, 4 καρέκλες από έβενο επικαλυμμένες με χρυσάφι ... Επιπλέον, 10 υποπόδια από έβενο ...

104 Rehak and Younger, 1998a, 243; Krzyszkowska 1988, 227.

105 Οι καταστροφές που έλαβαν χώρα στην Κρήτη, στο τέλος της YM IB (περίπου 1490 π.Χ.) συμπίπτουν με τη δημιουργία μιας αιγυπτιακής αυτοκρατορίας που εκτεινόταν στη Συρία, την Παλαιστίνη, μετά την εκδίωξη των Υξώς. Ως εκ τούτου, δεν θα πρέπει να προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι στους αιγυπτιακούς τάφους αυτής της περιόδου αρχίζουν να απεικονίζονται πρεσβείες Σύριων και Κεφτιού.

106 Rehak and Younger 1998a, 243.

107 Manlius 1997, 167-171. Ο Rosen (1994) σε άρθρο του στο *Nature* υποστήριξε αυτή την εκδοχή καθώς το θηλαστικό παρουσιάζεται στην τοιχογραφία σε μικρό μέγεθος, με ιδιαίτερα μεγάλους χαυλιόδοντες και έντονο τρίχωμα, χαρακτηριστικά που θυμίζουν μαμούθ.

[...] υποπόδια από ελεφαντόδοντο, επικαλυμμένα με χρυσάφι». Η επιστολή EA 11 περιγράφει διαπραγματεύσεις προίκας μεταξύ του Ακενατόν και του βασιλιά της Βαβυλώνας Burnaburias για την παράδοση μιας βαβυλώνιας πριγκίπισσας στην Αίγυπτο. Ο Burnaburias αιτήθηκε δέντρα και φυτά της Αιγύπτου που να είναι κατασκευασμένα από ελεφαντόδοντο και χρωματισμένα. Η επιγραφή EA 14 συνεχίζει με μια απογραφή των δώρων που αποστέλλονται από την Αίγυπτο προς τον Burnaburias ως μέρος της ίδιας συναλλαγής (III.75-IV.19), όπου αναφέρεται πλήθος αντικειμένων κατασκευασμένων ή αποτελούμενων από ελεφαντόδοντο. Επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο, εν τω μεταξύ, καταγράφεται ως σταλμένο στο βασιλιά Tarkhundaraba της Arzawa (EA 31:37) και στους βασιλείς Kadashman-Enlil I και Burnaburiash II της Βαβυλώνας¹⁰⁸.

3.3 Στοιχεία για την εμφάνιση του ιπποπόταμου και του ελέφαντα στην Κύπρο

Οστεολογικά κατάλοιπα από πυγμαίους ιπποπόταμους έχουν εντοπιστεί στην Κύπρο σε σχεδόν 40 διάσπαρτες τοποθεσίες, αλλά πιθανότατα τα θηλαστικά εξαφανίστηκαν πριν ο άνθρωπος κατοικήσει στο νησί. Στη περιοχή της Αγίας Νάπας, νοτιοανατολικά της Κύπρου ανασκάφηκε σκελετικό υλικό νάνων ιπποπόταμων του είδους *Phanourios minor*, που εντοπίστηκαν κάτω από ένα φυσικό στέγαστρο εντός των ασβεστολιθικών σχηματισμών της περιοχής. Η εμφάνισή τους εκτείνεται σε μια περιοχή περίπου 72 τ.μ. από την οποία έχει συλλεχθεί ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός ευρημάτων που υποδεικνύει την ύπαρξη περισσότερων από 160 ιπποπόταμων στη θέση¹⁰⁹. Ο αρχαιολογικός χώρος του 8500 π.Χ. του Ακρωτηρίου-Αετόκρεμνο απέδωσε πλήθος οστών που ανήκουν σε περίπου 500 ζώα του είδους *Phanourios minutus*, που ορισμένα έχουν υποστεί καύση. Επίσης βρέθηκαν 225 οστά του είδους πυγμαίου ελέφαντα (*Elephas cypriotes*) σε συνδυασμό με πρώιμα ή προ-νεολιθικά ανθρώπινα λείψανα. Σε κανέναν άλλο ύστερο χώρο με ανθρώπινα κατάλοιπα δεν βρέθηκαν οστά από αυτά τα θηλαστικά, οπότε κρίνεται πιθανό τα είδη των θηλαστικών να είχαν εξαφανιστεί σύντομα μετά την αποίκηση του νησιού από τον άνθρωπο και έπειτα από τον πολιτισμό του Αετόκρημνου¹¹⁰. Τα κατάλοιπα ιπποπόταμου από την ΕΧ έως την ΠΕΣ από την Κύπρο περιλαμβάνουν ένα τραπεζίτη, κοπτήρες και κυνόδοντες. Ο τραπεζίτης ανακτήθηκε από την ΥΚ IIIA (περ. 1190-1125 π.Χ.) στο Κίτιο, και προέρχονταν από ένα νεαρό ζώο έξι έως δέκα ετών. Το Κίτιο ήταν ένας φοινικικός οικισμός και σημαντικό κέντρο εμπορίου, οπότε ο νεαρός ιπποπόταμος θα μπορούσε κάλλιστα να μεταφέρθηκε στο νησί της Κύπρου από τη Φοινίκη, ή σε φοινικικό πλοίο

108 Rehak and Younger 1998a, 243-4; Mumford 2009, 938.

109 Filippidi et al. 2013, 22.

110 Hadjisterkotis et al. 2000, 599-603; βλ. επίσης Knapp (2010, 79-120).

από την Αίγυπτο ή τη Συρία¹¹¹. Στην επιγραφή EA 40 από την Αμάρνα ο βασιλιάς της Αλασίας (που όπως έχει υποστηριχθεί πρόκειται για το νησί της Κύπρου) παραπονιέται πως τα δώρα του, που αποτελούνται από χαλκό, ελεφαντόδοντο και ένα δοκό πλοίου, δεν ανταποδόθηκαν αλλά, αντίθετα, ο Αιγύπτιος βασιλιάς έστειλε μόνο ελεφαντόδοντο. Ζητάει να του επιστραφεί το πλοίο και οι άντρες του πίσω καθώς είναι υπηρέτες του και δεν πρέπει να δοξάζουν το φαράω¹¹². Ενώ είναι προφανές πως το πολύτιμο υλικό αποτελούσε αξία ανταλλάξιμου δώρου και για τους δύο λαούς, φαίνεται πιο πιθανό οι Κύπριοι να το αποκτούσαν από άλλη πηγή και να το αντάλλασαν με την Αίγυπτο στα πλαίσια καλών διπλωματικών σχέσεων. Καθώς η Κύπρος και η Αίγυπτος φαίνεται απίθανο να αποτελούν πηγές ελεφαντόδοντου κατά την YEX, με βάση τις οστεολογικές αποδείξεις, η περιοχή της Συρο-Παλαιστίνης φαίνεται να είναι η πιο πιθανή πηγή ιπποποτάμιου και ελεφάντινου ελεφαντόδοντου για το νησί.

3.4 Στοιχεία για την εμφάνιση του κάπρου στην ανατολική Μεσόγειο

Η μέχρι πρόσφατα βιβλιογραφία είχε καταλήξει στο συμπέρασμα ότι ο κάπρος δεν είναι τυπικό μέλος της αρχαίας αιγυπτιακής πανίδας εξαιτίας της έλλειψης αναγνωρισμένων καταλοίπων του θηλαστικού από ανασκαμμένες τοποθεσίες καθώς και της πλήρους απουσίας οστεολογικών στοιχείων στα τέλη της παλαιολιθικής εποχής, υποδηλώνοντας μάλιστα ότι όλοι οι κάπροι στην Αίγυπτο μπορούν στην πραγματικότητα να προέρχονται από εξαγριωμένους χοίρους. Ωστόσο, όλες οι γνωστές παλαιολιθικές ενδείξεις προέρχονται από τη δυτική έρημο, η οποία δεν θεωρείται ο ιδανικός βιότοπος για το αγριογούρουνο, καθώς υπάρχει πλήρης απουσία χλωρίδας. Η έλλειψη αποδείξεων για την ύπαρξη αγριόχοιρων από το Δέλτα του Νείλου, που θα αποτελούσε ένα ιδανικό βιότοπο για το είδος, μπορεί να αποδοθεί στην απουσία παλαιολιθικών θέσεων στην περιοχή¹¹³. Ο αιγυπτιακός αγριόχοιρος είχε μακριά πόδια, ήταν σκληρότριχος και έμοιαζε με τον ήμερο χοίρο περισσότερο από ότι οι σύγχρονες φυλές. Οι νεολιθικοί και προδυναστικοί λαοί του Merimde κατανάλωναν μεγάλες ποσότητες χοιρινού κρέατος, όπως

111 Lafrenz 2004, 31-2.

112 Demand 2011, 174.

113 Bertini and Rivera 2014, 84.

αποκαλύφθηκαν από χιλιάδες οστά χοίρων και επίσης στην περιοχή της Αμάρνα αργότερα, στο προδυναστικό Helwan. Είναι δύσκολο να εκτιμηθεί μορφολογικά αν αυτά τα πρώιμα υπολείμματα προέρχονταν από θηρευμένα ή οικόσιτα ζώα, όμως ο αριθμός των οστών που ανακτήθηκαν και η σχετική τους συχνότητα σε σύγκριση με τα πρόβατα, τα κατσίκια και τα βοοειδή, υποδηλώνει ότι ήταν οικιακά ζώα¹¹⁴. Παρόλο που σε κάποιες τοποθεσίες αναγνωρίστηκαν οστεολογικά στοιχεία κάπρου, ο μικρός αριθμός τους αποκλείει μια αυστηρότερη εκτίμηση της προέλευσης των εκμεταλλευόμενων κάπρων στην αρχαία Αίγυπτο¹¹⁵. Ενδείξεις για εκμετάλλευση των χαυλιών κάπρου στη φαραωνική χώρα δεν υπάρχουν. Εξαιρεση αποτελεί η παράσταση σε πάπυρο που ανακαλύφθηκε πριν μερικές δεκαετίες στην Αμάρνα, η οποία απεικονίζει μάχη ανάμεσα σε Λίβιους και πολεμιστές που φαίνεται να φοράνε το χαρακτηριστικό μυκηναϊκό κράνος. Επίσης ένα μικρό θραύσμα που υποτίθεται προέρχεται από πλακίδιο κράνους, έχει βρεθεί στο Qantir σε αρχαιολογικό πλαίσιο που χρονολογείται κατά τη βασιλεία του Ramses II. Κανένα όμως από αυτά τα πενιχρά στοιχεία δεν αποδεικνύει τοπική παραγωγή και επεξεργασία, παρά υποδεικνύει εισαγόμενα προϊόντα¹¹⁶.

Από νεότερες ανασκαφές στο Catal Hoyuk της νεολιθικής περιόδου αποκαλύφθηκε μια ποικιλία από φηγούρες ανθρώπων και ζώων ανάμεσά τους και κάπρων, που προσδίδουν στο μέρος μια κάποια λειτουργική σημασία. Επίσης, στο Alaca Hoyuk της MEX κατά την πρώτη περίοδο των Ασσυρίων, είναι έντονη η δημοφιλία της χρήσης ζωόμορφων τελετουργικών ρυτών, όπως κάπρου, ελάφου και λιονταριών, μια συνήθεια που διασώθηκε ως και την περίοδο των Χετταίων. Σε χεττιτικό κείμενο απογραφής αναφέρεται η διανομή όρχεων κάπρου για κάποια τελετουργία, που αν και δεν γίνεται γνωστή η ακριβής φύση της, εικάζεται τελετουργική ταφή ως κάποιο είδος τελετής ευφορίας. Η συσχέτιση των χοίρων με τη γη και τη γονιμότητά της συνδυάζονται με την εγγενή τους ακαθαρσία με αποτέλεσμα να κάνει τα χοιρίδια επιθυμητή προσφορά σε χθόνιες θεότητες, όπως τη θεά του Ήλιου της Γης. Τα άγρια ζώα, ήταν καλύτερα προσαρμοσμένα αναφορικά με αποτροπαϊκές χρήσεις ή σε τελετουργικά θέματα σχετιζόμενα με το κυνήγι. Υπάρχουν αρκετοί κατάλογοι ζώων που εμφανίζονται σε διάφορα είδη χεττιτικών κειμένων, τα οποία περιλαμβάνουν τη λεοπάρδαλη, το λιοντάρι, τον αγριογούρουνο, την αρκούδα, το ελάφι και προαιρετικά τον λύκο, τη γαζέλα και την άγρια κατσίκια. Αυτοί οι κατάλογοι αποθεμάτων περιλαμβάνουν όλα τα μεγάλα θηράματα, που αναγνωρίζονται ως «ζώα

114 Brewer 2002, 441. Η συχνότητα αυτή κατατάσσει το θηλαστικό ανάμεσα στα τρία πρώτα συνηθέστερα είδη σε αφθονία στην κάθε τοποθεσία που εξετάστηκε και επομένως όσον αφορά στις προτιμήσεις προς κατανάλωση.

115 Bertini and Rivera 2014, 84.

116 Krzyszkowska and Markot 2000, 328.

των θεών» (*siunas huitar*), μια φράση που μπορεί να σημαίνει ότι έχουν ιδιαίτερη σημασία στη χεττιτική θρησκευτική ιδεολογία¹¹⁷.

Ο άγριος χοίρος αιχμαλωτίζει και την αρχαία ελληνική φαντασία. Το κυνήγι του αποτέλεσε δοκιμαστικό πεδίο για τους Έλληνες ήρωες, είτε σε ομάδες, όπως στην περίπτωση του Καλυδώνιου κάπρου, είτε ως ανεξάρτητα άτομα, όπως του Ερυμάνθιου (μύθος με τον Ηρακλή) και του Κρομμυώνιου κάπρου (μύθος του Θησέα). Οι Μυκηναίοι ευγενείς κοσμούσαν τα κεφάλια τους με κράνη από χαλκίους κάπρου και η περίφημη ουλή του Οδυσσέα προήλθε από το κυνήγι αγριόχοιρου¹¹⁸ (**εικ.23**). Πολυτραγουδισμένος επίσης ο αγριόχοιρος από τον Όμηρο σε πολλές σκηνές που αφορούν σε κυνήγια ηρώων και βασιλέων. Παρατίθεται παρακάτω η σκηνή από την Ιλιάδα, όπου ετοιμάζεται ο Οδυσσέας σε μάχη εναντίον του Διομήδη:

*Μηριόνης δ' Όδυσῆϊ δίδου βιὸν ἠδὲ φαρέτρην
καὶ ζῖφος, ἀμφὶ δέ οἱ κυνέην κεφαλῆφιν ἔθηκε
ρίνοῦ ποιητήν· πολέσιν δ' ἔντοσθεν ἰμᾶσιν
ἐντέατο στερεῶς· ἔκτοσθε δὲ λευκοὶ ὀδόντες
ἀργιόδοντος ὕος θαμέες ἔχον ἔνθα καὶ ἔνθα
εὖ καὶ ἐπισταμένως.¹¹⁹*

Απεικονίσεις σε τοιχογραφικά σύνολα (**εικ.24**) και ανασκαφικά ευρήματα πλακιδίων και ολόκληρων χαλίων έχουν βρεθεί σε ολόκληρο το μυκηναϊκό κόσμο. Τα πρωιμότερα παραδείγματα χρήσης χαλίων για κράνη προέρχονται από θέσεις της Μέσης Ελλαδικής ΙΙΙ περιόδου γύρω στον 17^ο αι. π.Χ., με παραδείγματα στην Εύτρεση και στο Μάλθι, στους μυκηναϊκούς τάφους, στη Θήβα και στην Κολώνα της Αίγινας. Στους επόμενους πέντε αιώνες έγινε πολύ δημοφιλές αντικείμενο και αποτέλεσε σύμβολο δύναμης για τους Μυκηναίους, όπως προδίδει η επικράτησή του στη σμίλευση πολλών μικρών διακοσμητικών πλακιδίων που απεικονίζουν κεφαλές πολεμιστών. Επίσης συναντάται σε τοιχογραφίες όπως από τη Θήρα, ενώ στη γραμμική Β γραφή εμφανίζεται με το ιδεόγραμμα του θηλαστικού (**εικ.25**) και με τη λέξη *ko-ru*, (κόρυς)¹²⁰ (**εικ.6**).

117 Collins 2002, 310-328.

118 Kitchell 2014, 150.

119 Ομήρου Ιλιάδα, Κ, 260-265. «...δοξάρι κι ο Μηριόνης έδωκε, σπαθί και σαϊτολόγο στον Οδυσσέα, και στο κεφάλι του κράνος φοράει, φτιαγμένο από τομάρι, κι από μέσα του λουριά πολλά το δέναν, στέρια πολύ, κι από'ξω το' σκεπαν ολούθε γύρω δόντια λευκά, από ασπρόδοντο αγριογούρουνου, με μαστοριά αρμοσμένα μεγάλη». Μτφ. Καζαντζάκης Ν. και Ι.Θ. Κακρίδης.

120 Morris 2008, 440.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΟΙ ΠΙΘΑΝΟΙ ΔΡΟΜΟΙ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΕΥΡΕΣΗ ΠΗΓΩΝ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΙΓΙΑΚΟ ΚΟΣΜΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΠΟ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ

Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται κατά πόσο τα στοιχεία που υπάρχουν στο αρχαιολογικό αρχείο υποδεικνύουν την δυνατότητα των λαών του αιγιακού κόσμου να προμηθεύονται ελεφαντόδοντο από διαδρομές που διασχίζουν την ανοιχτή θάλασσα, όπως απευθείας από την Κρήτη στην Αίγυπτο ή μέσω της βόρειας Αφρικής. Καθώς δεν υπάρχουν άμεσα στοιχεία που να πιστοποιούν την πηγή εξεύρεσης του υλικού, η διερεύνηση των δρόμων του εμπορίου, κυρίως κατά τις πρώιμες περιόδους, μπορεί να δώσει σημαντικές πληροφορίες. Οι δύο κύριες πηγές ελεφαντόδοντου για τους κατοίκους του αιγιακού χώρου ήταν οι ιπποπόταμοι και οι ελέφαντες. Στοιχεία για την παρουσία χαυλίων κάπρου είναι ιδιαίτερα εμφανή και όπως αποκαλύπτεται από τα ευρήματα, η χρήση τους ήταν διαδεδομένη, εξαιτίας της ύπαρξης του θηλαστικού σε μεγάλους πληθυσμούς στην ηπειρωτική Ελλάδα. Αναφορικά όμως με το ελεφαντόδοντο των μεγάλων θηλαστικών, οι κάτοικοι του αιγιακού κόσμου είχαν ήδη αρχίσει να το αποκτούν από την Αίγυπτο ή ίσως την ανατολική Μεσόγειο πριν ακόμα το τέλος της τρίτης χιλιετίας. Την εποχή αυτή φαίνεται πως το αιγυπτιακό κι όχι το συρο-παλαιστινιακό υλικό αποτέλεσε πηγή για

το Αιγαίο. Το ίδιο ισχύει και για το πρώιμο μέσο της 2^{ης} χιλιετίας κατά το Μέσο Βασίλειο και την πρώιμη 18^η δυν. καθώς είναι πολύ ισχυρές οι ενδείξεις επαφών με την Αίγυπτο¹²¹. Η εποχή των θαλάσσιων εμπορικών συναλλαγών σχεδόν σίγουρα αγκάλιασε τις ακτές, οπότε ένα πλοίο που θα αναχωρούσε από την Αίγυπτο ή την Εγγύς Ανατολή πιθανότατα θα ταξίδευε βόρεια και δυτικά μέσω της Κύπρου κατά μήκος της ανατολικής ακτής και έπειτα στην Κρήτη. Η αντικατάσταση των караβιών με κουπιά από ιστιοπλοϊκά πλοία, οδήγησε στην μείωση των αποστάσεων και έφερε το Αιγαίο σε τακτική και περισσότερο ή λιγότερο άμεση αλληλεπίδραση με τις «μεγάλες δυνάμεις» της ανατολικής Μεσογείου στη δεύτερη χιλιετία. Αυτό πρέπει να διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην ίδρυση, από το 1900 π.Χ., των πρώτων «ανακτορικών» κοινωνιών της Κρήτης, προσφέροντας στην ελίτ ευκαιρίες να αποκτήσει το «συμβολικό κεφάλαιο»¹²² με τη μορφή εξωτικών υλικών, επαφών και γνώσεων, διαφοροποιώντας την από τον απλό λαό που υποστηρίζει την εξουσία τους (**πίν.1**). Αυτή η ικανότητα να αποκτά και να εκθέτει εξωτικά υλικά και γνώσεις ήταν βασική για την παρουσία της ελίτ κατά τη διάρκεια της δεύτερης χιλιετίας π.Χ.¹²³.

Από τα πρώτα στοιχεία που υπάρχουν, φαίνεται πως στην Κρήτη, κοπτήρες ή κάτω κυνόδοντες ιπποπόταμου χρησιμοποιήθηκαν μόνο για σφραγίδες που χρονολογούνται από την ΠΜ ΙΙΙ έως τη ΜΜ Ι περίοδο (**εικ.26**). Εκτός από το εξωτικό τους υλικό, αρκετές πρώιμες κυλινδρικές σφραγίδες επιδεικνύουν ξένες επιρροές στα σχήματα τους (π.χ., οι θηριόμορφες σφραγίδες σε σχήμα πιθήκων ή μαϊμούς, πτηνών ή μύγας) και στην εικονογραφία τους (όπως το λιοντάρι, ζώο που δεν είναι ιθαγενές στην Κρήτη). Είναι πιθανό ότι τα σχήματα και οι λειτουργίες των πρώιμων κρητικών σφραγίδων είχαν άμεση σχέση με τις εμπορικές διαδικασίες που έφερε το ελεφαντόδοντο στο Αιγαίο σε πρώτη φάση από την Αίγυπτο, παράλληλα με τις πρώτες εισαγόμενες σφραγίδες από τη Συρία¹²⁴. Στις μεταγενέστερες σφραγίδες εμφανίζεται για πρώτη φορά η μινωική ιερογλυφική γραφή, προφανώς κατά την ΜΜ ΙΑ περίοδο. Η ανάπτυξη μιας τοπικής, ιερογλυφικής γραφής συνόδευε την υπό δοκιμή διοικητική ανάπτυξη της Κνωσού, η οποία πιθανώς χρησιμοποιούσε σφραγίδες, σύμφωνα με το αιγυπτιακό σύστημα. Όταν όμως η Κρήτη αναπτύσσει τα δικά της περιφερειακά κέντρα, τα πρώτα ανάκτορα, κατά τη ΜΜ ΙΒ και υιοθετείται το σύστημα διακυβέρνησης της Εγγύς Ανατολής, οι σφραγίδες από ελεφαντόδοντο,

121 Krzyszkowska and Morkot 2000, 326.

122 Βλ. Bourdieu (1986) όπου εξηγεί πως το κοινωνικό κεφάλαιο είναι το σύνολο των πραγματικών ή δυνητικών πόρων που συνδέονται με την κατοχή ενός σταθερού δικτύου από περισσότερο ή λιγότερο θεσμοποιημένες σχέσεις αμοιβαίας γνωριμίας και αναγνώρισης - ή με άλλα λόγια, με την ένταξη σε μια ομάδα - η οποία παρέχει σε κάθε μέλος της τη συλλογική υποστήριξη, μια «πιστοποίηση» που τους δίνει τη δυνατότητα να πιστώνουν, στις διάφορες έννοιες της λέξης. Αυτές οι σχέσεις μπορεί να υπάρχουν μόνο στην πράξη, σε υλικές και/ή συμβολικές ανταλλαγές οι οποίες συμβάλλουν στη διατήρηση της ομάδας.

123 Bennett 2006, 177.

124 Rehak and Younger 1998a, 232.

με σπάνιες εξαιρέσεις, παύουν να υφίστανται¹²⁵. Την ίδια εποχή που ιδρύθηκαν τα πρώτα ανάκτορα και έπειτα από μια περίοδο εκρηκτικών εμπορικών συναλλαγών εκτός νησιού, ιδρύθηκε ο Κομμός. Η πόλη που έγινε γρήγορα ένα πολυσύχναστο λιμάνι εξυπηρετώντας το ανακτορικό κέντρο της Φαιστού, ίσως διατέλεσε το αντίπαλο λιμάνι του Κατσαμπα της βόρειας ακτής, το οποίο εξυπηρετούσε την Κνωσό. Τα εμπορικά αγαθά από την ανατολή (ειδικότερα η αγγειοπλαστική από την Κύπρο, την Αίγυπτο και την Εγγύς Ανατολή) έφταναν σε εκπληκτικά μεγάλους αριθμούς¹²⁶. Η θέση του τόσο σημαντικού λιμανιού απέναντι από την Αίγυπτο υποδεικνύει την επιθυμία των Μινωιτών να μειώσουν όσο το δυνατό καλύτερα την απόσταση με την Αίγυπτο ή την αφρικανική Ήπειρο. Οι αρχικές επαφές μεταξύ Κρήτης και Αιγύπτου κατά την ΜΜΙΑ μπορούν να εξηγηθούν καλύτερα αναφορικά με την πολιτική κατάσταση της πρώτης ενδιάμεσης περιόδου στην Αίγυπτο, μια χαοτική φάση κατά την οποία δεν υπήρχε ενιαίο αιγυπτιακό κράτος υπό κεντρικό βασιλικό έλεγχο. Αυτή η αποκέντρωση θα ενθάρρυνε τους ανεξάρτητους, ιδιώτες Αιγύπτιους εμπόρους να αναζητήσουν νέες αγορές στο εξωτερικό και να αποκτήσουν τις διάφορες σπάνιες πρώτες ύλες, όπως τα μεταλλεύματα. Τελικά, αυτό που οι Μινωίτες έπρεπε να προσφέρουν ως αντάλλαγμα είναι ασαφές, αλλά από τη ΜΜ ΙΒ ήδη θα μπορούσαν να εφοδιάζουν τις αγορές με γραπτή αγγειοπλαστική, άργυρο ή ίσως και υφάσματα. Οι Μινωίτες αποκτούν εξωτικά αιγυπτιακά αντικείμενα και τα χρησιμοποιούν σε καινοτόμες πρακτικές – νέους τρόπους προετοιμασίας και χρήσης καλλυντικών, λατρείες, νέες μαγικές και θεραπευτικές τελετές και τελετουργίες θανάτου – που σχετίζονται με το κοινωνικό status, όπως είναι φυσικό να συμβαίνει σε κάθε είδους ανταγωνιστές¹²⁷. Κατά την Πρωτοανακτορική περίοδο, η εικονογραφία της μικρής αιγυπτιακής θεάς Taweret υιοθετήθηκε στην Κρήτη ως μινωικός «δαίμονας», είτε με άμεσες μινωικές επαφές με την Αίγυπτο είτε έμμεσα από τοποθεσίες, όπως ο Βίβλος, όπου η αιγυπτιακή επιρροή ήταν ισχυρή. Η ιπποποτάμια θεότητα αναπαριστάται σε ποικίλα αντικείμενα στη μινωική τέχνη, αλλά οι συνηθισμένες, καμπύλες ράβδοι της Αιγύπτου, δεν έχουν βρεθεί στην Κρήτη¹²⁸ (εικ.17).

Η κατεύθυνση των εμπορικών δρόμων προς την Εγγύς Ανατολή συνέβη λίγο μετά τις πρώτες αιγυπτιακές επαφές και επιδράσεις. Τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο από τον «Τάφο του Κυρίου των Αιγών» (1750-1700 π.Χ.) αποτελούν ίσως την πρώτη ένδειξη ανατολίτικων επιρροών, παράλληλα με ένα σύνολο ευρημάτων από το ανάκτορο της Ebla της ίδιας περιόδου.

125 Rehak and Younger 1998a, 232-3.

126 Galaty et al. 2009, 43. Είναι πιθανό ότι κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου τα ξένα αγαθά έφθαναν ως αποτέλεσμα των επίσημων εμπορικών συμφωνιών μεταξύ της ελίτ των ανακτόρων στη Φαιστό και τους ανατολικούς ομολόγους τους, αντικαθιστώντας έτσι το αδόμητο, ανεπίσημο εμπόριο που λειτουργούσε κατά τις προηγούμενες περιόδους, ειδικά κατά τη διάρκεια της ΜΜΙΑ.

127 Galaty et al. 2009, 46.

128 Rehak and Younger 1998a, 235.

Τα ταφικά αυτά ευρήματα με τις ζωόμορφες απεικονίσεις είναι ενδιαφέροντα διότι εμφανίζονται ελαφρώς αργότερα στη μινωική τέχνη. Μια κεραμική ανδρική σφίγγα από τα Μάλια φαίνεται να σχετίζεται γενικά με ένα ανθρωπόμορφο στήριγμα επίπλου από το Acemhöyüik, όπως οι κεφαλές σε κατατομή από τις απολήξεις του χρυσού περιλαίμιου του θησαυρού της Αίγινας, οι οποίες δείχνουν περισσότερο συριακές συγγένειες, παρά αιγαιοπελαγίτικες καταβολές (εικ.27-28). Οι Μινωίτες ταξιδιώτες στην ακτή της Συρίας ή της Ανατολίας κατά το πρώτο μισό της δεύτερης χιλιετίας πρέπει να εκτέθηκαν στις καλλιτεχνικές δημιουργίες και να υιοθέτησαν ένα συνδυασμό χαρακτηριστικών, όπως εμφανίζεται από τα ασημένια αγγεία από τους βασιλικούς τάφους της Βίβλου και από τον θησαυρό του Tod στην Αίγυπτο¹²⁹. Θραύσματα τοιχογραφιών¹³⁰ από παλάτι της 18^{ης} Δυναστείας στο Tell el-Dabca στο ανατολικό Δέλτα του Νείλου αποκαλύπτουν αρκετά στοιχεία που θυμίζουν αιγαιοπελαγίτικες ή κυκλαδικές τοιχογραφίες. Επιπλέον, σε παλάτι της MEX στο Τελ Κάμπρι στο σημερινό Ισραήλ, τα ξεχωριστά αρχιτεκτονικά στοιχεία, καθώς και οι νωπογραφίες, υπενθυμίζουν επιρροές από την εικονογραφία του Αιγαίου¹³¹. Διάφορες απόψεις έχουν εκφραστεί, κυρίως για το παλάτι της Tell el-Dabca. Είτε πρόκειται για το παλάτι που κτίστηκε για μια Μινωίτισσα πριγκίπισσα, είτε απλά για υιοθέτηση της μινωικής τεχνοτροπίας, το λιμάνι αυτό αποτελεί ένδειξη της παρουσίας Μινωιτών εμπόρων στην Αίγυπτο. Η αμφισβήτηση στηρίζεται στις ισχυρές κατά πολλούς ερευνητές ενδείξεις, ότι οι τεχνικές και η εικονογραφία ανταλλάσσονταν ελεύθερα μεταξύ όλων των περιοχών της ανατολικής Μεσογείου. Για παράδειγμα, τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο που βρέθηκαν στην Κρήτη και στην ενδοχώρα συχνά απεικονίζουν σφίγγες και γρύπες, αλλά η εικονογραφική προέλευση και των δύο πλασμάτων τελικά βρίσκεται στην Αίγυπτο ή στην Εγγύς Ανατολή¹³².

Πριν από το τέλος της Νεοανακτορικής περιόδου, οι Μυκηναίοι στην ηπειρωτική χώρα άρχισαν να αποκτούν και ίσως να προβαίνουν σε αποστολές, αν και οι πραγματικοί μηχανισμοί που αυτές πραγματοποιούνταν είναι αβέβαιοι. Είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς ότι τα ελληνικά φύλλα της ηπειρωτικής Ελλάδας εξ αρχής είχαν πρόσβαση σε πηγές ελεφαντόδοντου πέρα από την Κρήτη, παρόλο που οι ακατέργαστοι χαυλιόδοντες που συμπεριλαμβάνονται στα περιεχόμενα των Ταφικών κύκλων στις Μυκήνες αφήνουν μια πιθανότητα εμπορίου ανατολικότερα¹³³. Το αρχαιολογικό, επιγραφικό και εικονογραφικό αρχείο υποδεικνύει ότι, όπως

129 Rehak and Younger 1998a, 233-5. Για τη σημασία του θησαυρού βλ. Schneider (2008, 65). Ο θησαυρός βρέθηκε στα θεμέλια του ναού του Tod, νότια του Λούξορ, και τα περισσότερα αντικείμενα φαίνεται ότι προέρχονται εκτός Αιγύπτου.

130 Σύμφωνα με τον Knapp (1998, 205) οι τοιχογραφίες που βρέθηκαν στο Tel Kabri και στο Tell el-Dabca αντιπροσωπεύουν μια εικονογραφική ανταλλαγή, που φέρει μεν τις έννοιες που έγιναν ολόενα και συχνές στο Αιγαίο και στην Κύπρο, αλλά οι οποίες ήταν παρόλα αυτά ασιατικής προέλευσης.

131 Knapp 1998, 197.

132 Rehak and Younger 1998a, 230.

133 Rehak and Younger 1998a, 241.

η Κρήτη πρωιμότερα, οι Μυκήνες και το Αιγαίο έγιναν θαλασσοκράτορες και σημαντικοί παράγοντες στις οικονομικές και πολιτικές αλληλεπιδράσεις με την Αίγυπτο και την Εγγύς Ανατολή και ενώνονταν με θαλάσσια κανάλια. Οι Μυκηναίοι θα μπορούσαν, όπως φαίνεται από την Οδύσσεια, να κάνουν ταξίδια όχι μόνο ακολουθώντας τις παράλιες ζώνες, αλλά απευθείας στην Αίγυπτο και τη βόρεια Αφρική, εφόσον διέθεταν την κατάλληλη τεχνογνωσία και εξοπλισμό τις αστρονομικές γνώσεις και οι καιρικές συνθήκες ήταν ευνοϊκές¹³⁴ (εικ.29).

Έχει υποστηριχθεί η πιθανότητα ορισμένα από τα ελεφαντόδοντα του Αιγαίου να προέρχονταν από τη βόρεια Αφρική και τη Λιβύη, σημειώνοντας ότι τα πλοία μπορεί να έχουν σταματήσει στη Μάρσα Ματρούχ σε μια διαδρομή δεξιόστροφα γύρω από την ανατολική Μεσόγειο¹³⁵. Τα επιχειρήματα σχετικά με την επαφή μεταξύ του Αιγαίου και της βόρειας Αφρικής βασίζονται στις ομοιότητες μεταξύ των πολιτισμών της ανατολικής Λιβύης και του Μινωικού, στους αρχαίους ελληνικούς θρύλους (όπως του Ιάσωνα και των Αργοναυτών), στις τοιχογραφίες¹³⁶ από το Ακρωτήριο της Θήρας, αργότερα στις επαφές με τους Λαούς της Θάλασσας κι έχουν υποστηριχθεί κυρίως από τον Μαρινάτο. Η άποψη όμως αυτή έχει αντικρουστεί από άλλους ερευνητές που μετά την επανεξέταση των παραπάνω στοιχείων, απορρίπτουν την υπόθεση ως αβάσιμη καθώς το διαθέσιμο αρχαιολογικό αρχείο στη βόρεια Αφρική, δεν προσφέρει κατάλοιπα από την YEX, είτε μινωικά είτε τοπικά¹³⁷. Σε συνέχεια αυτής της δυτικής διαδρομής, ενδείξεις υπάρχουν για προμήθεια ορυκτοποιημένου ελεφαντόδοντου για το Αιγαίο από την περιοχή Ghar Dulam και Wied Dulam της Μάλτας. Εκεί, σε σπήλαιο και σε κοιλάδα αντίστοιχα, ανακαλύφθηκε μεγάλη ποσότητα χαυλιοδόντων νάνου ελέφαντα και νάνου ιπποπόταμου, και οι μελετητές ερευνούν την πιθανή εκμετάλλευση των περιοχών αυτών για το πολύτιμο υλικό τους¹³⁸. Η Yannai έδειξε ότι δεν υπάρχουν αποδείξεις για την παρουσία Μυκηναίων εμπορών στις ακτές της Συρίας και της Παλαιστίνης, κάτι που κατά τη γνώμη της ενισχύεται από το γεγονός της έλλειψης μίας μυκηναϊκής λέξης για τον «έμπορο» και την «εξαιρετική απουσία αναφορών στις εμπορικές ή ναυτιλιακές δραστηριότητες» στα κείμενα της γραμμικής Β γραφής. Επιπλέον, ο Όμηρος περιγράφει το εμπόριο να βρίσκεται στα σημερινά χέρια¹³⁹. Η Καντόρ αντικρούει αυτή την άποψη, αναφέροντας ότι «η ναυτική ηγεμονία που

134 Tartaron 2013, 9.

135 Περίπου 300 χιλ χωρίζουν το ακρωτήριο Λίθινος της Κρήτης με την Ras el-Hital or Ras et Tin στην Κυρηναϊκή και 400 μίλια την Ανατολική Κρήτη από το Δέλτα του Νείλου.

136 Η υιοθέτηση ξένων καλλιτεχνικών στοιχείων στις τοιχογραφίες της Θήρας, μπορούν να νοηθούν ως μέσα για την προώθηση του κοινωνικού status των ιδιοκτητών τους επιδεικνύοντας τις υπερπόντιες επαφές τους, βλ. Dumas (1999, 124).

137 Knapp 1981, 249-279; Lafrenz 2004, 16.

138 Mifsud 2016, 6.

139 Βλ. Yannai (1983) για σχετικές πληροφορίες. Ενώ τα πλοία των Μυκηναίων φαίνεται να πλέουν στην ανοιχτή Μεσόγειο, ο Αντύπας (2014, 298-303) αναφέρει πως η κύρια δραστηριότητα των καραβιών κατά την ομηρική εποχή

άσκησε η Κρήτη στο Αιγαίο κατά τους μεσομινωικούς χρόνους πρέπει να αντικαταστάθηκε από τους λαούς της ηπειρωτικής Ελλάδας στην ΥΕ περίοδο. Κατά τη δεύτερη φάση της ΥΕΧ, η ηπειρωτική χώρα μπορεί όχι μόνο να απομάκρυνε το εμπόριο της Κρήτης με την Ανατολή, αλλά και να ανέλαβε την ηγετική θέση που είχε στο παρελθόν το νησί στον αιγιακό κόσμο¹⁴⁰.

Η εμφάνιση ξένων εθνοτήτων στον ελλαδικό χώρο σε αυτό το χρονολογικό πλαίσιο είναι ενδιαφέρουσα. Οι μόνο δύο πιθανές αναφορές σε ανθρώπους αιγυπτιακής προέλευσης προέρχονται από την Κνωσό: *a₃-ku-pi-ti-jo* / Αιγυπτίος /, «Μεμφίτης» ή «Αιγύπτιος» είναι το όνομα ενός βοσκού στην Db 1105 και *mi-sa-ra-jo* / Μισραίος / «Αιγύπτιος» εμφανίζεται ως όνομα του άνδρα στην F (2) 841, μεταξύ των αποδεκτών των τροφίμων. Και τα δύο άτομα, ως εκ τούτου, εξομοιώνονται στα τοπικά πλαίσια, και δεν σχετίζονται με οποιουδήποτε είδους εξωτερικές υποθέσεις. Ότι η παρουσία αυτών των πιθανών Αιγυπτίων περιορίζεται στις πινακίδες της Κνωσού μπορεί να οφείλεται σε τυχαία διατήρηση, ωστόσο, συνδέεται με την παρατήρηση ότι η αιγυπτιακή επαφή τεκμηριώνεται ευρύτερα με την Κρήτη απ' ό,τι με την Ελλάδα, και μάλιστα στις πρωιμότερες και όχι τις μεταγενέστερες φάσεις της Ύστερης Εποχής του Χαλκού. Στην ΥΕ III A2 περίοδο οι επαφές της ηπειρωτικής χώρας με την Αίγυπτο και την Εγγύς Ανατολή αυξήθηκαν καθώς οι πόλεις της Κρήτης βγήκαν από το προσκίνητο, αλλά μέχρι το τέλος της ΥΕ III B φανερώνονται σημάδια μείωσης. Η έλλειψη αναφορών σε Αιγύπτιους στο μεγάλο αρχείο της ΥΕ III B2 Πύλου δεν αποτελεί επομένως έκπληξη¹⁴¹. Οι πινακίδες δεν αποτελούν απόδειξη εμπορικών συναλλαγών των Μυκηναίων και επιπλέον παρόλο που δεν τεκμηριώνεται αν τα ονόματα κατέληξαν στις μυκηναϊκές πινακίδες της Κρήτης από την προηγούμενη μινωική γραφή, κρίνεται πιθανό ότι διαμορφώθηκαν ήδη από τη γραμμική Α. Το ίδιο συμβαίνει και για τις ακόλουθες λέξεις-δάνεια από τις χώρες της Ανατολής, που αναφέρονται σε υλικά που δεν υπάρχουν σε τοπική εμβέλεια στον μυκηναϊκό χώρο:

Έβενος, *ku-te-so*(ΠΥ)

Χρυσός, *ku-ru-so* (ΚΝ, ΠΥ)

Μπλε υαλώδης ουσία, *ku-wa-no* (ΜΥ, ΠΥ)

Ξύλινο δοχείο, *pu-ko-so*(ΠΥ)

Χαλκός, *ka-ko* (ΚΝ, ΜΥ, ΠΥ)

Σουσάμι, *sa-sa-ma* (ΜΥ)

Τερεβινθέλαιο, *ki-ta-no* (ΚΝ)

Κύμινο, *ku-mi-no* (ΜΥ)¹⁴²

είναι πολεμική εξυπηρετώντας τη μεταφορά στρατευμάτων. Αποτέλεσμα αυτής της δραστηριότητας είναι και η πειρατεία, μια κατάσταση αποδεκτή από κάποιους λαούς, ενώ άλλους όχι.

140 Bass 1998, 185.

141 Shelmerdine 1998, 295.

142 Shelmerdine 1998, 295.

Οι ανοιχτοί θαλάσσιοι δρόμοι και τα διπλωματικά ταξίδια μεταξύ της Αιγύπτου και του Αιγαιακού κόσμου υποδεικνύονται από τα στοιχεία για την αποστολή που πραγματοποίησε αντιπροσωπεία του φαραώ Amenhotep III σε διάφορες πόλεις του Αιγαίου. Το γεγονός αυτό πιστοποιείται από αναφορά των ονομάτων των αιγιακών πόλεων με κυκλική σειρά σε άγαλμα στον ταφικό ναό στο Kom el-Hetan (εικ.30). Αναφέρονται η Κνωσός, η Θήβα, οι Μυκήνες, η Τροία κά. και δηλώνεται επιστροφή του πλοίου μέσω Κρήτης^{143,144}. Αντικείμενα που βρέθηκαν και σχετίζονται με τη βασιλεία του Αμενχοτέπ στο Αιγαίο πιστοποιούν το ταξίδι αυτό, και συσχετίζονται με την αιγυπτιακή αντιπροσωπεία που κατά πάσα πιθανότητα εκτελέστηκε από πρεσβεία της Αιγύπτου ως διπλωματική χειρονομία «ανταλλαγής δώρων», παράλληλα με αποστολές σε άλλες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου. Στον αντίποδα, ο Cline υποστηρίζει πως αυτά τα ταξίδια δεν δείχνουν τίποτε άλλο παρά τη γνώση της Αιγύπτου για τις πόλεις του Αιγαίου και δεν είναι διπλωματικές αποστολές, ενώ τα αντικείμενα είναι τυχαία ευρήματα¹⁴⁵.

Τα πολλά στοιχεία που υπάρχουν για εμπορικές ανταλλαγές κατά την YEX, καλύπτονται από το διεθνισμό της περιόδου και οι πηγές του υλικού κρύβονται πίσω από την ποικιλοπρόσωπη διακίνηση από όλους τους λαούς της ανατολικής Μεσογείου. Υπάρχουν διάφορες ενδείξεις και αρχαιολογικές πηγές που σχετίζονται με το εμπόριο ελεφαντόδοντου στην ανατολική Μεσόγειο προς τον αιγιακό κόσμο και αντίθετα, οι οποίες αναφέρονται σε άλλο κεφάλαιο. Τα αιγυπτιακά ιστορικά αρχεία που αφορούσαν στις κατακτήσεις τους στη Συρία (Thutmose I και III), η απεικόνιση Συρίων και Κεφτιού στις τοιχογραφίες ταφικών διαμερισμάτων, οι επιστολές της Αμάρνα κατά το δεύτερο μισό του 14^{ου} αιώνα π.Χ., τα περιεχόμενα πολύτιμα κτερίσματα του Τάφου του Tutankhamun και το ναυάγιο του Uluburun¹⁴⁶ υποδεικνύουν την κυκλοφορία των πολύτιμων υλικών, αλλά δεν αποδεικνύουν προέλευση. Το ναυάγιο που προφανώς κατευθυνόταν προς τις αγορές της ηπειρωτικής Ελλάδας¹⁴⁷, προσκομίζει σημαντικές αποδείξεις για τους τύπους του ελεφαντόδοντου στην ανατολική Μεσόγειο της εποχής. Δύο κοσμητικά δοχεία σε σχήμα πάπιας από ελεφαντόδοντο με κινούμενα φτερά ήταν

143 Cline and Stannish 2011, 9.

144 Πιθανόν η αιγυπτιακή αποστολή προς τους βόρειους γείτονες, πραγματοποιήθηκε για να επιβεβαιώσει τις καλές σχέσεις με τον παλιό εμπορικό εταίρο, τους Μινωίτες, και να δημιουργήσει καλές σχέσεις με την ανερχόμενη δύναμη, τους Μυκηναίους. Διαφορετικά, η εισαγωγική επιγραφή «...οι σπουδαίοι άνδρες όλων αυτών... των χωρών ήρθαν γονατιστοί για να δοθεί σ' αυτούς η ανάσα της ζωής (= επίσημη αναγνώριση της διπλωματικής ή εμπορικής τους αποστολής), με τον φόρο υποτέλειας στην πλάτη τους» θα μπορούσε να αποτελεί μια ακόμη λογοτυπική προπαγανδιστική φράση. Το βέβαιο είναι ότι οι φαραώ της 18ης δυναστείας, σε μια εποχή ακμής για την Αίγυπτο και ανόδου του κύρους της στο εξωτερικό, διατηρούσαν επαφές με τους βόρειους γείτονές τους στο Αιγαίο. Βλ. Αντύπας (2014, 229-30).

145 Bachhuler 2006, 345-6.

146 Rehak and Younger 1998a, 243.

147 Όπως τονίζει ο Bachhuler (2006, 346) το πλοίο κατά πάσα πιθανότητα έφυγε από τις ακτές της Εγγύς Ανατολής καθώς περιείχε 9 μεγάλους κυπριακούς πίθους και 149 χαναναίτικους αμφορείς. Αν έφευγε από Αιγαίο θα είχε περισσότερα αιγιακά προϊόντα. Η παρουσία Μυκηναίων παρόλα αυτά είναι αδιαμφισβήτητη.

πιθανώς συρο-παλαιστινιακής ή κυπριακής παραγωγής, αλλά θυμίζουν δοχεία καλλυντικών της 18^{ης} αιγυπτιακής δυναστείας. Άλλα αντικείμενα είναι πιο εύκολα αναγνωρίσιμα ως συρο-παλαιστινιακά, όπως αρκετά σκήπτρα με άκρες από ελεφαντόδοντο και ένας ακροβάτης από ελεφαντόδοντο σμιλεμένος στο ολόγλυφο. Ένα από τα πιο ασυνήθιστα αντικείμενα είναι ένα τελετουργικό κέρας, επεξεργασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε να μοιάζει με στριμμένο κέρατο κριαριού, αλλά κατασκευασμένο από κοπήρα ιπποπόταμου. Τα ακατέργαστα αυτούσια δόντια ιπποπόταμου και οι χαυλιόδοντες ελέφαντα αλλά και τα ημιεπεξεργασμένα κατάλληλα τμήματα για τη λάξευση κυκλικών πυξίδων, θα μπορούσαν να προορίζονται να διακοσμήσουν τις επιφάνειες αντικειμένων οποιασδήποτε περιοχής της ανατολικής Μεσογείου. Παρόλο που είναι εμφανής η παρουσία Μυκηναίων στο πλοίο, δεν υπάρχουν ενδείξεις για καθαρά μυκηναϊκή δραστηριότητα¹⁴⁸.

Ο τάφος του Menkheperresoneb στις Θήβες, επίσης της εποχής του Thutmose III, απεικονίζει την προσφορά «φόρου τιμής» στον Φαραώ από Σύριους και Κεφτιού. Τα μέλη αμφοτέρων των εθνοτικών ομάδων κρατούν χαυλιόδοντες, γεγονός που παραπέμπει σε κυκλικό εμπόριο του υλικού που ενώ προέρχεται από την Αίγυπτο και τη Συρία, διέρχεται από το Αιγαίο και επιστρέφει στην Αίγυπτο. Παραμένει όμως υπό αμφισβήτηση η κυριολεκτική σημασία των νοπογραφιών, καθώς μια μορφή από τις φέρουσες χαυλιόδοντα/ες στον Τάφο παρουσιάζεται με φόρεμα σε σχέδιο σπειρών των Κεφτιού, αλλά έχει το χτένισμα και γενειάδα Σύριου¹⁴⁹.

148 Rehak and Younger, 1998a, 246; Pulak 2009, 294.

149 Rehak and Younger 1998a, 243.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΧΑΥΛΙΟΔΟΝΤΩΝ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΚΑΙ Η ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΎΣΤΕΡΗ ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΧΑΛΚΟΥ ΣΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστεί η διαδικασία εισαγωγής του ακατέργαστου υλικού στα εργαστήρια ελεφαντουργίας της εποχής, έπειτα από την απομάκρυνσή του από το θηλαστικό. Ως «εργαστήριο ελεφαντουργίας» αναφέρεται ο χώρος που πραγματοποιούνταν η επεξεργασία με βάση τη διερεύνηση των στοιχείων που αφορούν στον εξοπλισμό του, όπου και σε όποιο βαθμό αυτό είναι ευανάγνωστο από τα ανασκαφικά δεδομένα. Υπάρχει μια ξεχωριστή, αν και πολύπλευρη, αλληλεπίδραση ανάμεσα στο είδος της πρώτης ύλης που επιλέγεται για εκμετάλλευση από τους τεχνίτες, στα ζώα από τα οποία προέρχεται αυτή η πρώτη ύλη και στο περιβάλλον που από κοινού μοιράζεται τόσο από τους ανθρώπους όσο και τα ζώα. Εγχώρια και ζώα που ευημερούν σε συγκεκριμένα φυσικά περιβάλλοντα, το καθένα αντιπροσωπεύει τη διαθεσιμότητα ορισμένων υλικών. Η διαθεσιμότητα δημιουργεί προβλεψιμότητα της προσφοράς η οποία με τη σειρά της δημιουργεί εξαρτήσεις. Καθώς οι άνθρωποι εκμεταλλεύτηκαν αυτά τα ζώα σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα, διάφορες παραδόσεις¹⁵⁰ επεξεργασίας του υλικού αναπτύχθηκαν, οι οποίες μερικές φορές επιβίωσαν της αρχικής χρησιμότητας των ζώων¹⁵¹. Το κυνήγι ελεφάντων και των άλλων μεγάλων θηλαστικών ήταν ένα έργο υψηλής δυναμικής και επίπονης διεργασίας –αν και συχνά όχι ιδιαίτερα χρονοβόρα- και απαιτούσε σημαντικό αριθμό

150 Έθιμα/συνήθειες επεξεργασίας και επίσημο/τυπικό ύφος συχνά μπορεί να εξυπηρετήσουν τόσο ως συνειδητές όσο και ασυνείδητες ενδυναμώσεις της κοινωνικής ταυτότητας σε διάφορα επίπεδα, βλ. Choyke (2003).

151 Choyke 2003,141.

ανθρώπων. Ζωντανά ζώα θα μπορούσαν να παγιδευτούν σε παγίδες ή μακριά σχοινιά, από κυνήγι ενέδρας ή να οδηγούνται σε αδιέξοδα με τη βοήθεια άλλων εξημερωμένων ζώων που χρησιμοποιούνταν σαν «κράχτες». Πέρα όμως από τη διαδικασία του κυνηγιού, οι ελέφαντες και οι αγριόχοιροι έχουν την τάση να εμπλέκονται σε καταστροφές γεωργικών ζωνών με τον ερχομό της νύχτας. Σε μια τέτοια περίπτωση το ζώο θα μπορούσε επίσης να παρακολουθηθεί και να σκοτωθεί από τον τοπικό πληθυσμό¹⁵², μια διαδικασία που είναι ανεξάρτητη από τελετουργίες και επιδείξεις δύναμης.

Η πρώτη ύλη επομένως, προέρχεται από το τέλος μιας αλυσίδας κατανάλωσης που αρχίζει όταν το ζώο έχει επιλεγεί για σφαγή, είτε από κοπάδι κατοικίδιων ζώων, είτε από τη λεία κυνηγών. Ακόμη και σε αυτό το σημείο, η επιλογή του ζώου μπορεί να επηρεάσει τα είδη των εργαλείων που θα γίνουν από τα οστά και τα δόντια τους. Όταν το ζώο θανατώνονταν και γινόταν η συγκομιδή του ελεφαντόδοντου, αποτελούσε αμέσως ένα εμπόρευμα αξίας στην ανθρώπινη οικονομία, -το ακατέργαστο υλικό- που θα ανταλλάσσονταν για αγαθά ή υπηρεσίες ίσης αξίας. Μόλις ο χαυλιόδοντας έφτανε στα χέρια του τεχνίτη, αξία προσθέτονταν με τη σμίλευσή του σε αντικείμενο. Αυτό το αντικείμενο ήταν πλέον χρηστικό και πολύτιμο λόγω της πρώτης ύλης του και σηματοδοτούσε το κοινωνικό status του ιδιοκτήτη του¹⁵³. Το ακατέργαστο υλικό και τα τελικά αντικείμενα μετακινούνταν μέσα κι έξω από τα ανάκτορα κατά τη διαδικασία επεξεργασίας τους ως «βιομηχανικά» πλέον προϊόντα. Κατά κύριο λόγο, όπως έχει αποδειχτεί, η πιο εξειδικευμένη εργασία πραγματοποιούνταν στο παλάτι και σε περιοχές που ελέγχονταν από αυτό, οπότε η βιομηχανία μπορεί να χαρακτηριστεί συγκεντρωτική¹⁵⁴, όσο τουλάχιστον αφορά στον έλεγχο των διαδικασιών. Η έλλειψη αναγνωρίσιμων ανεξάρτητων εργαστηρίων σε οικιακά περιβάλλοντα και η αφθονία εργαστηρίων που βρίσκονται κοντά σε διοικητικά κέντρα ενισχύει επίσης τη σχέση μεταξύ της παραγωγής και των κατοίκων των ανακτόρων. Το ακατέργαστο υλικό διανέμονταν στους ειδικούς οι οποίοι προσέδιδαν αξία στο προϊόν χάρη στην επιδεξιότητά τους και οι οποίοι παρήγαγαν σύνθετα αντικείμενα, που στη συνέχεια αναδιανέμονταν από τις αρχές του ανακτόρου (εξουσία) σε μια εκλεκτή ομάδα παραληπτών, πολλοί από τους οποίους ήταν μεταξύ αυτών των αρχών¹⁵⁵.

152 Becker 2005, 453.

153 Pan 2013, 169; Choyke 2003, 141.

154 Η αρχαιολογική κατανομή αυτών των υλικών και αντικειμένων, που σαφώς επικεντρώθηκε στα ανακτορικά κέντρα, επιβεβαιώνει αυτή την εικόνα της περιορισμένης πρόσβασης και επομένως το ανακτορικό μονοπώλιο των εμπορικών ανταλλαγών, βλ. Bennet (2007, 200).

155 Schon 2011, 223. Το σύστημα αυτό αντικατοπτρίζει μια μορφή κινητοποίησης προϊόντων βιοτεχνίας, όπως περιγράφεται από τον Halstead (1999, 40) «που δεν ήταν απλώς αντικείμενα αξίας, αλλά εμπορεύματα γοήτρου τα οποία έπαιζαν ενεργό ρόλο στην επιβεβαίωση και τη διαπραγμάτευση του κύρους του ιδιοκτήτη τους».

Τα αντικείμενα αποτελούν πηγή πληροφοριών για την «ανάγνωση» της καθημερινής ζωής και η μελέτη τους μπορεί να οδηγήσει σε συμπεράσματα για τους ανθρώπους που τα δημιούργησαν ή εμπορεύονταν, το νόημα και την αξία τους, και τέλος πώς χρησιμοποιήθηκαν, επαναχρησιμοποιήθηκαν και/ή απορρίφθηκαν. Μπορούν να έχουν τόσο λειτουργικούς όσο και συμβολικούς ρόλους και ένα ιδιαίτερο νόημα για την κοινωνία ή τα άτομα μέσα σε αυτήν, που μπορεί να αλλάξουν ή /και να γίνουν πιο σύνθετα με την πάροδο του χρόνου. Κατά τη διάρκεια της πορείας του ένα αντικείμενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλά διαφορετικά περιβάλλοντα και να έχει ποικίλες, ακόμη και αντιφατικές σημασίες και αξίες. Τα αντικείμενα μπορούν να είναι σπάνια και πολυτελή, ή περιστασιακά, βιοτεχνικά ή κοινά, λειτουργικά, μαζικά παραγόμενα βιομηχανικά αντικείμενα. Η αρχαιολογία ταξινομεί συνήθως τις τεχνολογίες σε «βιοτεχνίες» ή «βιομηχανίες» που βασίζονται στην παραγωγή υλικών προς επεξεργασία ή τελικών προϊόντων: παραγωγή αργίλου (κεραμική), κατεργασία μετάλλων, κατασκευή καλαθιών, παραγωγή λίθων, επεξεργασία ξύλου, κλωστοϋφαντουργία κ.ά. Αυτές οι ομάδες υλικών είναι πολύ χρήσιμες τόσο από θεωρητική όσο και από πρακτική άποψη, ωστόσο, μπορεί να είναι αντιπαραγωγικές όταν ο ερευνητής του παρελθόντος εστιάζει σε μια ομάδα, ή καλύτερα, η μελέτη δεν πρέπει να τελειώνει με την ανάλυση μιας μόνο τεχνολογίας. Αυτό δεν σημαίνει πως δεν χρειάζεται εστίαση σε συγκεκριμένη τεχνική για τη βαθύτερη κατανόηση μεμονωμένων τεχνολογιών, δεδομένης όμως της πολυπλοκότητας των θεμάτων, είναι απαραίτητη η ευρύτερη εξέταση πολλαπλών τεχνολογιών¹⁵⁶ και συχνά σύγκριση των κοινών τους χαρακτηριστικών και αλληλεπιδράσεων. Η ελεφαντουργία αποτελεί μια βιομηχανία που πιθανόν δεν ήταν ανεξάρτητη από τις άλλες και σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία θα μπορούσε να συνδυάζεται με την ξυλουργική και τη λιθοτεχνία. Για τη μελέτη των αρχαίων επιτευγμάτων απαιτείται η υιοθέτηση μιας αρχαιο-τεχνολογικής προσέγγισης, η οποία θεωρεί τα αντικείμενα όχι μόνο ως τελικά έργα, αλλά αντικείμενα μικρο-στρωματογραφίας και αναδομεί τα στάδια της παραγωγής με βάση τις ανωμαλίες (στην επιφάνεια) και τα εν μέρει επεξεργασμένα τμήματα. Η αρχαία τεχνολογία μελετάται αναζητώντας ευρήματα της παραγωγής, δηλαδή τις ενδείξεις των ίδιων των αντικειμένων που μπορεί να χαρακτηριστούν ως αποτέλεσμα των διεργασιών της παραγωγής. Ο Vidale (1992) αναπτύσσει τρεις συμπληρωματικές μεθόδους που αποσκοπούν στην ανοικοδόμηση της κατασκευής ενός αντικειμένου από την πρώτη ύλη μέχρι το τελικό προϊόν, οι οποίες είναι α) **η μικρο-στρωματογραφική μέθοδος**, κατά την οποία τα υπό μελέτη αντικείμενα τοποθετούνται σε ένα μικρο-αρχαιολογικό πλαίσιο και ερμηνεύονται σύμφωνα με τις κατηγορίες της στρωματογραφικής ανάλυσης. Θεώρηση και μικροσκοπική παρατήρηση της σχέσης μεταξύ

156 Vitezovic and Antonovic 2014, 9-10.

υπολειμματικών αποθέσεων και των αρνητικών επιφανειών των αντικειμένων επιτρέπουν την καταγραφή της σειράς με την οποία πραγματοποιήθηκαν διαφορετικές λειτουργίες και στάδια της διαδικασίας παραγωγής. Αυτές οι αρνητικές επιφάνειες, τα ίχνη της επεξεργασίας και/ή οι φθορές, είναι κρίσιμης σημασίας για τον καθορισμό του τρόπου παραγωγής και τη χρήση του τελικού αντικειμένου (εικ.31), β) η μέθοδος των ατελειών ή ανωμαλιών, κατά την οποία ο παλαιο-τεχνολόγος ασχολείται με την αναγνώριση των ιχνών κατά την ενδιάμεση επεξεργασία -πριν δηλαδή από την τελική επεξεργασία- και που πρόκειται στην πορεία να καλυφθούν. Σε αυτή την περίπτωση τα ημιτελή αντικείμενα αποτελούν μεγάλη βοήθεια στην αναζήτηση για ίχνη από εργαλεία, δεδομένου ότι βοηθούν να ανακατασκευαστούν οι τεχνικές διαδικασίες που χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή. Η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την αναδόμηση των διαδικασιών παραγωγής των ενθεμάτων τα οποία είχαν τοποθετηθεί σε μεγαλύτερα αντικείμενα, συνήθως ξύλινα έπιπλα και γ) η μέθοδος των σταδίων των εργασιών, η οποία είναι χρήσιμη κατά την εξέταση ημιτελών αντικειμένων που έχουν απορριφθεί λόγω των λαθών κατά την επεξεργασία και, ως εκ τούτου, η μετάβαση στο επόμενο στάδιο της παραγωγής κρίθηκε αδύνατη. Τέτοια αντικείμενα αποτελούν δείκτες των διαδοχικών σταδίων της παραγωγής καθώς η εκμετάλλευσή τους σταμάτησε σε ένα συγκεκριμένο στάδιο¹⁵⁷.

Το πολύτιμο υλικό που αναμένεται να εντοπιστεί μέσα σε ένα εργαστήριο περιλαμβάνει όλα τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής: την πρώτη ύλη σε μορφή ολόκληρων ή τμηματικών χαυλιοδόντων, προετοιμασμένα ακατέργαστα κομμάτια και πλακίδια ή πίνακες, ημιτελή έργα, περισσεύματα (όπως μεγάλα αποκόμματα κατά τη σμίλευση), απορρίμματα, αστοχίες, διασωθέν υλικό για δευτεροβάθμια εργασία, ημιτελή τεμάχια, καθώς και τα τελικά αντικείμενα¹⁵⁸. Παρόλα αυτά, δεν έχει ανακαλυφθεί κάποιος συγκεκριμένος χώρος που να αποφέρει αποδείξεις από τα πλήρη στάδια εργαστηριακού υλικού, από ακατέργαστους χαυλιοδόντες, απορρίμματα, τυχόν ημιτελή κομμάτια έως τελικά προϊόντα, ώστε να μπορεί να χαρακτηριστεί ως εργαστήριο¹⁵⁹ εκτός από λίγες περιπτώσεις όπως στο βασιλικό δρόμο της Κνωσού και στις Μυκήνες¹⁶⁰, που θα αναλυθεί παρακάτω. Επομένως ο όρος «εργαστήριο ελεφαντουργίας» που χρησιμοποιείται είναι κάπως αυθαίρετος και μπορεί να οδηγήσει στο λανθασμένο συμπέρασμα ότι η παραγωγή ελεφαντόδοντου αποτελούσε μια πολύ πιο συγκεντρωτική δραστηριότητα από ότι στην πραγματικότητα ήταν. Το ακατέργαστο ελεφαντόδοντο μπορεί να είχε αποθηκευτεί σε μία τοποθεσία, ενώ να είχε λαξευτεί σε μια άλλη, και τελικά το τελικό προϊόν να συγκεντρώθηκε σε

157 Affanni 2015, 64-8.

158 Krzyszkowska 1993, 25-27.

159 Krzyszkowska 1993, 28.

160 Η ανασκαφή στον βασιλικό δρόμο της Κνωσού από τον Hood έχει αποδόσει εργαστήριο, όμως παραμένει αδημοσίευτη. Η Τουρναβίτου (1995) επίσης αναφέρει εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στις Μυκήνες.

μια άλλη περιοχή της αντίστοιχης πόλης/ανακτόρου. Μπορεί επιπλέον να υπάρχουν ξεχωριστές αποθήκες για τα διαφορετικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας (δηλαδή πρώτες ύλες, ενδιάμεσα στάδια της κατασκευής, και ολοκληρωμένα τεμάχια). Στο αρχαιολογικό αρχείο έχουν καταγραφεί διαφορετικοί χώροι για την επεξεργασία, τη φύλαξη και τις περιοχές συγκέντρωσης και αποθήκευσης. Στην Κνωσό, για παράδειγμα, υπάρχουν αποτμήματα από ελεφαντόδοντο αρκετά κοντά σε μια περιοχή με ολοκληρωμένα ένθετα. Το σημείο όμως που αυτά τα ένθετα κατασκευάστηκαν παραμένει μυστήριο, δεδομένου ότι προέρχονται από ιπποπόταμο ενώ τα αποτμήματα και υπολείμματα είναι από χαυλιόδοντες ελέφαντα¹⁶¹. Οι πληροφορίες επίσης που παραδίδονται από τις μυκηναϊκές επιγραφές της γραμμικής Β για την παραγωγή του ελεφαντόδοντου, αλλά και άλλων πολύτιμων εξωτικών υλικών δεν δίνουν επαρκείς πληροφορίες παρά μόνο για κάποια αποθέματα και περιστασιακές αναφορές για τις παραλαβές των υλικών από τους παραγωγούς π.χ. *khruroworgoi*, *kuwanoworgoi* κτλ.¹⁶². Στο πλαίσιο αυτό, επισημαίνεται ότι υπάρχουν ελάχιστα αποδεικτικά στοιχεία για την οργάνωση των εργαστηρίων ελεφαντόδοντου και τους τεχνίτες στον αρχαίο κόσμο. Αν και πολλές τοιχογραφίες από τάφους, ιδιαίτερα στην περιοχή της Θήβας, δείχνουν τεχνίτες κατά την εργασία, μόνο στον θηβαϊκό τάφο του Menkhererraseneb, φαίνεται να απεικονίζεται επεξεργασία ελεφαντόδοντου (**εικ.32**). Η σκηνή στερείται επιγραφής, αλλά φαίνεται να παρουσιάζει ένα χαυλιόδοντα να πριονίζεται από τον τεχνίτη σε πλακίδια. Παρόλο που οι πληροφορίες για τα εργαλεία επεξεργασίας είναι σχετικά λίγες, οι μορφές και το υλικό των εργαλείων δεν πρέπει να ήταν διαφορετικές από εκείνα που χρησιμοποιούσαν στην ξυλογλυπτική και τη σφραγιδογλυφία. Πολλά από τα εργαλεία επομένως που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία ελεφαντόδοντου μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν και από άλλους τεχνίτες¹⁶³.

Για τη δημιουργία ενός εργαστηρίου το μόνο που χρειαζόταν ήταν ένα απλό δωμάτιο, με ξύλινα ράφια για την αποθήκευση του υλικού, μικρά και μεγάλα τραπέζια για τη συναρμολόγηση και κάποια θρανία, πήλινα ή ξύλινα. Για την κοπή του υλικού (**εικ.33**) έχουν βρεθεί λεπίδες οψιανού, πυριτόλιθου, ενώ για την υπόλοιπη επεξεργασία υπήρχαν χάλκινα πριόνια, τρυπάνια, οπείς, μαχαίρια, πλάνες, τόννοι, σμίλες, γλύφανοι, εργαλεία μέτρησης, φακοί από ορεία κρύσταλλο για τη μεγέθυνση λεπτομερειών, κόλλες, ελαφρόπετρα για τη λείανση και κιμωλία για το γυάλισμα¹⁶⁴. Όταν ένας χαυλιόδοντας έφτανε σε ένα εργαστήριο πρώτα από όλα πρέπει να διαχωρίζονταν σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος και τη μορφολογία του (ελέφαντας-

161 Krzyszkowska 1993, 28.

162 Bennet 2007, 200.

163 Krzyszkowska and Morkot 2000, 328.

164 Τσώτα 2001, 82; Moorey 1999, 127.

ιπποπόταμος, μεγάλο-μικρό κομμάτι, άνω ή κάτω δόντι ιπποπόταμου, μικρή-μεγάλη καμπυλότητα κ.ά). Σημεία που είναι περισσότερο ευαίσθητα και μπορούσαν να καταστραφούν ή να αφυδατωθούν διαχειρίζονταν με ιδιαίτερη προσοχή. Αντικείμενα που ήταν γνωστό πως συχνά μπορεί να εμφανίσουν ρωγμές λόγω της δομής τους με αποτέλεσμα να είναι γενικά ανίκανα να σμιλευτούν, όπως συμβαίνει και στην σκληρή επιφάνεια της αδαμαντίνης, απομακρύνονταν με λείανση, σφράγιση, ή τριβή με ψαμμίτη¹⁶⁵. Η απομάκρυνση της φυσικής εξωτερικής επιφάνειας αποτελούσε πρωταρχικό στάδιο. Το εγγύς άκρο (ρίζα) του χαυλιόδοντα καλύπτεται από ένα σκληρό (4 κλίμακα Mohs) φλοιό, την οστεΐνη, ενώ το απώτερο άκρο (κορυφή) δεν προστατεύεται από αντίστοιχο υλικό. Αντ' αυτού διαθέτει σειρά από λεπτές μαύρες γραμμές ή ρωγμές, οι οποίες διεισδύουν περί το ένα ή δύο χιλ. στο χαύλιο¹⁶⁶. Το υλικό που βρίσκεται πιο κοντά στην πολφική κοιλότητα θεωρείται λιγότερο ικανό για λεπτή επεξεργασία καθώς σχηματίζεται από τα νεότερα εναποθέματα και είναι σχετικά μαλακό. Γι αυτό το λόγο συνήθως απορρίπτονταν, εκτός κι αν ήταν απαραίτητο ένα πολύ παχύ πλακίδιο. Μόνο το τμήμα του χαυλιόδοντα που είναι στο μέσον μεταξύ της πολφικής κοιλότητας και του φλοιού αποδίδει το καλύτερο δυνατό αντικείμενο και μάλιστα έχει υπολογιστεί ότι συχνά λιγότερο από 60% του όγκου του χαυλίου παρέχει τέτοιο υλικό **(εικ.34)**. Επεξεργασμένα ελεφάντινα αντικείμενα, ωστόσο, που σμιλεύτηκαν από υλικό πλησίον της πολφικής κοιλότητας ή από εξωτερικά μέρη του δοντιού υποδεικνύουν ότι οι τεχνίτες ηθελημένα τα χρησιμοποίησαν, ώστε να επεξεργαστούν περισσότερο υλικό, μεγαλώνοντας τη χρήση του ακριβού εμπορεύσιμου υλικού¹⁶⁷.

Τα σωζόμενα έργα από ελεφαντόδοντο αποδεικνύουν πως οι τεχνίτες γνώριζαν και επέλεγαν το καλύτερο διαθέσιμο υλικό, υπολογίζοντας ποιο μέρος από το χαύλιο πρόσφερε τις καλύτερες δυνατότητες **(εικ.35)** και προς ποιά κατεύθυνση ήταν καλύτερο να πραγματοποιηθεί η κοπή, ακολουθώντας τις πιθανές φυσικές κατευθυντήριες γραμμές στο ακατέργαστο τεμάχιο¹⁶⁸. Τα κομμάτια κόβονταν κατά μήκος του χαυλιόδοντα και όχι εγκάρσια, οπότε ο εξωτερικός «φλοιός» (οστεΐνη και αδαμαντίνη), όπως αναφέρθηκε παραπάνω, αφαιρούνταν. Το τελικό προϊόν που θα λαξεύονταν από τα ακατέργαστα τεμάχια μπορούσε να εξαχθεί από το σχήμα και το μέγεθος των τμημάτων. Πάντα δίνονταν προσοχή στην εξοικονόμηση υλικού. Από το κεντρικό τμήμα του χαυλιόδοντα κατασκευάζονταν μεγαλύτερα αντικείμενα και πλακίδια ή

165 Stern and Thimme 2007, 14-6.

166 Krzyszkowska and Morkot 2000, 329.

167 Lapatin 2001, 8.

168 Moorey 1999, 127.

πίνακες^{169,170}. Για την κατασκευή τους ο τεχνίτης έπρεπε να επιλέξει οποιοδήποτε επίπεδο τμήμα¹⁷¹. Το μέγιστο μέγεθος του κάθε πλακιδίου ελεφαντόδοντου περιορίζεται από τις διαστάσεις του χαυλιόδοντα. Ενώ μήκη κάτω των 25 εκ. είναι συνήθη, έχουν βρεθεί μεγαλύτερα ενιαία πλακίδια ή πίνακες από την αρχαιότητα, τα οποία φτάνουν έως και τα 48,8 εκ. Στην περίπτωση που ήταν επιθυμητό να κατασκευαστούν σημαντικά μεγαλύτερα σε μέγεθος αντικείμενα που να ακολουθούν το σχήμα του χαυλιόδοντα, όπως στενά και μακριά ή καμπύλα, ο χαυλιόδοντας διατηρούνταν αυτούσιος (**εικ.36**). Φυσικά το πλάτος των πλακιδίων είναι πολύ μικρότερο. Τα πλακίδια ή πίνακες από ινδικούς ελέφαντες περιορίζονται σε περίπου 11 εκ. πλάτος, ανάλογα δηλαδή με τη μέγιστη διάμετρο του χαυλιόδοντα. Τα αντίστοιχα πλακίδια από αφρικανικό ελέφαντα είναι κάπως ευρύτερα σε πλάτος, αλλά σπάνια προέρχονται από χαυλιόδοντες άνω των 14 εκ. σε διάμετρο¹⁷². Για την κατασκευή των πινακίδων γραφής κόβονταν κομμάτια από χαυλιόδοντες με τη μέγιστη διάμετρο. Τα δυο φύλλα των πινακίδων όμως, φαίνεται να χρειάζονταν δυο χαυλίους, ώστε να επιτευχθεί ισόποσο μέγεθος¹⁷³. Εάν ο έμπειρος τεχνίτης κόψει το πλακίδιο από συγκεκριμένη γωνία του χαυλιόδοντα, μπορεί να ληφθεί πλακίδιο πλάτους μέχρι περίπου 16 εκ. Ευρύτερα πλακίδια μπορούσαν να συναρμολογηθούν, αν και οι αρχαίες αναφορές για επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο υποδηλώνουν ότι άλλες τεχνικές εκτός της συναρμολόγησης χρησιμοποιήθηκαν για να αυξηθεί το μέγεθος του πίνακα και/ή να τους δώσει μια τρισδιάστατη μορφή. Τα πλακίδια γενικά κυμαίνονται σε πάχος μέχρι 1,3 εκ., αλλά μερικές φορές συναντώνται πολύ παχύτερα, που επιτρέπουν τη σμίλευση σε βαθύτερα ανάγλυφα σε σχέση με τα αντίστοιχα των οστών¹⁷⁴. Το απώτατο και το εγγύς άκρο με την πολφική κοιλότητα εσωτερικά, ήταν πιο δύσκολο να χαραχθούν και χρησιμοποιήθηκαν για κατασκευή μικρότερων αγαλματιδίων και πυξίδων (χαμηλό δοχείο) αντίστοιχα. Για την κατασκευή μιας ολόκληρης στρογγυλής πυξίδας η διαλογή του υλικού γινόταν συνήθως από οποιοδήποτε κενό τμήμα του χαυλίου (**εικ.35**). Ο καλλιτέχνης έκοβε με το πριόνι ένα κύλινδρο με τέλεια τομή. Στην εξωτερική πλευρά χάραζε και σμίλευε το επιλεγόμενο θέμα, ενώ στη συνέχεια επεξεργάζονταν το εσωτερικό μέρος της βάσης, για να στερεώσει με σφήνες ένα στρογγυλό πάτο και έπειτα σμίλευε το πώμα. Η πυξίδα είναι αποτέλεσμα επιμελημένης εργασίας και ενώ ενδιέφερε τον καλλιτέχνη η λεπτομερειακή απόδοση του τέχνηργου, η φυσική

169 Lafrenz 2004, 58.

170 Πρέπει να επισημανθεί πως παρόλο που διαφορετικές τεχνολογίες στην ελεφαντουργία αναφέρονται στο αρχαιολογικό αρχείο, οι τεχνικές επεξεργασίας σε γενικές γραμμές παραμένουν παρόμοιες ως πιο πρόσφατες περιόδους. Αναφορικά με τα μεγέθη των χαυλιόδοντων, οι μετρήσεις τους είναι ανάλογες με την πιθανή ανάπτυξη του θηλαστικού με την πάροδο των αιώνων.

171 Τσώτα 2001, 84.

172 Stern and Thimme 2007, 16-7.

173 Nemet and Nejat 2000, 252.

174 Stern and Thimme 2007, 17.

καμπυλότητα του τμήματος από το οποίο προέρχεται, έχει ως αποτέλεσμα να μην αποδίδεται καμία πλευρά απολύτως κάθετα¹⁷⁵, εκτός κι αν ο χαυλιόδοντας ήταν απολύτως ευθύς.

Αναφορικά με τα δόντια του ιπποπόταμου, οι κοπήρες και οι κάτω κυνόδοντες μπορούσαν να σμιλευτούν για αντικείμενα ίσως και πάνω από 10 εκ. σε διάμετρο, όπως μικρά μουσικά όργανα, θήκες, κοσμητικά κουτιά, και αδράχτια. Η έντονη καμπυλότητα των κυνοδόντων μπορούσε να είναι εκμεταλλεύσιμη για αντικείμενα που έχουν κενό στο εσωτερικό τους όπως μικρότερα δοχεία¹⁷⁶. Ένα σημαντικό εμπόδιο για τον τεχνίτη που επρόκειτο να επεξεργαστεί τους κάτω κυνόδοντες αποτελούσε η σύμφυση, η οποία βρίσκεται μεταξύ της εξωτερικής επιφάνειας της πολφικής κοιλότητας και της νεοσχηματιζόμενης οδοντίνης. Η ελαφρώς ρητινώδης εμφάνιση της σύμφυσης έρχεται σε αντιδιαστολή με την πυκνή και λαμπερή επιφάνεια της οδοντίνης. Επιπρόσθετα είναι ένα σημείο που ενισχύει τη θραύση ακόμα και σε μικρά αντικείμενα και γι αυτό το λόγο έπρεπε να αφαιρείται ή τουλάχιστον να μην παρουσιάζεται στην πρόσοψη του υπο επεξεργασία αντικειμένου¹⁷⁷. Οι κυρτοί κάτω κυνόδοντες λόγω της μορφολογίας τους, εξ αρχής περιόριζαν (ή όριζαν) το τελικό σχήμα του αντικειμένου. Παρόλα όμως τα φυσικά μειονεκτήματά τους, μπορούσαν να αποδώσουν αντικείμενα με σημαντικό μέγεθος και ποιότητα, αρκεί να κόβονταν επιδέξια και να σμιλούνταν με προσοχή. Έχουν καταγραφεί χαύλιοι με μήκη 50 εκ., από τα οποία τα 40 εκ. μπορούν να αποτελούν διαθέσιμο υλικό, όμως η διάμετρός τους σπάνια ξεπερνάει τα 5,5 εκ.¹⁷⁸. Σε ένα κατάλληλο τμήμα οι τεχνίτες χάρασσαν γραμμές με ένα αιχμηρό αντικείμενο και στη συνέχεια ακολουθώντας τις γραμμές αυτές, το έκοβαν με πριόνι σε μικρότερα κομμάτια. Η λείανση των κομματιών θα γινόταν πιθανότατα με σμίλη ή με έναν κατάλληλα τραχύ λίθο (σφυρίδα, ελαφρόπετρα ή ψαμμίτη). Η ημικυκλική διατομή χαράσσονταν στις άκρες των κομματιών, πιθανότατα με τη χρήση χναριού για να εξασφαλιστεί η κανονικότητα και η ακρίβεια της μορφής. Στη συνέχεια το περιττό μέρος το αφαιρούσαν κόβοντάς το με πριόνι σε αρκετές λωρίδες. Το λείο, αποστρογγυλεμένο σχήμα επιτυγχάνονταν και πάλι με τρίψιμο. Αν απαιτούνταν επίπεδα άκρα πλακιδίων, αυτά σημειώνονταν και κατόπιν πριονίζονταν. Οι τεχνίτες άνοιγαν οπές με διάφορες κλίσεις για τους πείρους, που κατασκευάζονταν χωριστά από οστό ή ελεφαντόδοντο, με τους οποίους τα περισσότερα από αυτά τα αντικείμενα στερεώνονταν στην επιφάνεια που κοσμούσαν. Η εκτενής χρήση σημαδιών που ήταν χαραγμένα στην κάτω πλευρά των πλακιδίων υποδηλώνει ότι τα επιμέρους κομμάτια κατασκευάζονταν προσεκτικά για να ταιριάζουν σε

175 Τσώτα 2001, 84.

176 Caubet 2008, 406.

177 Krzyszkowska and Morkot 2000, 329.

178 Krzyszkowska and Morkot 2000, 329.

κάποια συγκεκριμένη θέση γνωστή εκ των προτέρων. Τέλος το πάνω μέρος, το ορατό, στιλβώνονταν, ενώ το κάτω διατηρούσε την αδρά χαραγμένη επιφάνεια, στοιχείο που υποστηρίζει την άποψη ότι χρησιμοποιούσαν κόλλα και πείρους για να συγκρατούν τα κομμάτια στη θέση τους¹⁷⁹. Πλακίδια για την κατασκευή ολόγλυφων μικρών αντικειμένων, λαμβάνονταν από το κάτω μέρος του κυνόδοντα ιπποπόταμου, όπου η φυσική κοιλότητα αφήνει μόνο ένα λεπτό, καμπύλο τοίχωμα επεξεργάσιμου υλικού. Κάποια αντικείμενα είναι σκαλισμένα από το συμπαγές μέρος κοπτήρων ιπποπόταμου, το οποίο επιτρέπει τρισδιάστατους όγκους. Οι μορφές σμιλεύονταν με τέτοιο τρόπο ώστε να χωρέσουν μέσα στο στενό, κάθετο σχήμα του δοντιού¹⁸⁰. Τα τμήματα που στις όψεις τους καλύπτονταν από διακριτό σμάλτο ή οστεΐνη που συγκρίνεται σε σκληρότητα με νεφρίτη ή αγάτη, παρουσίαζαν το μεγαλύτερο εμπόδιο για τους χαρακτές. Έχει υποδειχθεί από ερευνητές πώς η αδαμαντίνη του ιπποπόταμου μπορεί να κοπεί με τη χρήση κορδονιού και λειαντικής σκόνης, αλλά δεν είναι σαφές σε ποιο στάδιο ή με ποια μέσα οι χαρακτές της εποχής αφαιρούσαν αυτή την ανεπιθύμητη επιφάνεια. Τμήμα χαυλιόδοντα της ΠΜ ΠΑ από την Κνωσό παρουσιάζει σημαντική τριβή σε όλο το σμάλτο, αλλά θα ήταν δύσκολο μια τέτοια επίπονη εργασία να πραγματοποιούνταν σε ολόκληρους τους χαυλιόδοντες. Η αποξήρανση φαίνεται να προκαλεί στην αδαμαντίνη ραγίσματα και αποκόλληση από το οδοντινικό υπόστρωμα και υποστηρίζεται η δυνατότητα άσκησης ελεγχόμενης έκθεσης στη θερμότητα. Λαμβάνοντας υπόψη τις ποσότητες ελεφαντόδοντου ιπποπόταμου που είναι πλέον γνωστές πως χρησιμοποιήθηκαν στο Αιγαίο, θα πρέπει να είχε ανακαλυφθεί ένα αποτελεσματικό μέσο για την αφαίρεση της αδαμαντίνης¹⁸¹, που δυστυχώς παραμένει άγνωστο.

Τα ελεφάντινα αντικείμενα κατασκευάζονταν συνήθως για ένθεση σε φορείς από άλλο υλικό (εικ.37). Η τεχνική που ακολουθούσε ο αρχαίος τεχνίτης ήταν όμοια με αυτή της επεξεργασίας των πλακιδίων. Αφαιρούνταν πρώτα οι εξωτερικές επιφάνειες του χαύλιου και δεν χρησιμοποιούνταν η άκρη της μύλης και η πολφική κοιλότητα, διότι δεν μπορούν να κοπούν σε λεπτές επιφάνειες. Ο χαύλιος πρώτα κόβονταν σε μικρά ορθογώνια τεμάχια που στη συνέχεια τους δίνονταν οι επιθυμητές μορφές. Η ποικιλία διακοσμημένων ενθεμάτων είναι μεγάλη. Χωρίς αμφιβολία κοσμούσαν ξύλινα έπιπλα, όπως κιβώτια, κρεβάτια και καθίσματα, ενώ εξαιτίας του μικρού μεγέθους τους, οποιοδήποτε τμήμα από το κενό εσωτερικά χαύλιο ήταν δυνατόν να χρησιμοποιηθεί. Στην περίπτωση των ειδωλίων ή ολόγλυφων τμημάτων, έπρεπε ο τεχνίτης να διαλέξει ένα κομμάτι με αιχμηρή άκρη¹⁸². Συνήθως χαράζονταν είτε σε ορισμένες περιοχές της

179 Evely 1994, 74-5.

180 Caubet 2013, 451.

181 Krzyszkowska 1988, 214; Krzyszkowska and Morkot 2000,329.

182 Τσώτα 2001, 84.

ανάγλυφης επιφάνειας για να τονιστούν τα διακοσμητικά σημεία με εισηγμένο χρώμα (τεχνική cloisonne) ή το φόντο έμενε υψηλό και χαράσσονταν η ίδια η διακοσμητική επιφάνεια, ώστε να συμπληρωθεί με χρώμα (επιπεδόγλυφα, σιλουέτα). Τα ένθετα συχνά χρησιμοποιούνταν ως υπόστρωμα για κόκκινο χρώμα (οξειδίο του σιδήρου) και το μπλε (αιγυπτιακό μπλε), αλλά και πράσινο και κίτρινο (κίτρινη ώχρα) επίσης εμφανίζονται^{183,184}. Χαρακτηριστικά παρουσιάζονται εδώ στίχοι από τον Όμηρο που αναφέρεται η χρήση του κόκκινου χρώματος για τη βαφή ελεφαντόδοντου από γυναίκες από τη Μαιονία και την Καρία:

*ὕτικα δ' ἔρρεεν αἶμα κελαινεφές ἐξ ὠτειλῆς.
Ἵς δ' ὅτε τίς τ' ἐλέφαντα γυνὴ φοίνικι μίηνη
Μηρονὶς ἠὲ Κάειρα παρήϊον ἔμμεναι ἵπων*¹⁸⁵

Εκτός από χρώμα, τα ελεφάντινα έργα καλύπτονταν από φύλλο αργύρου και χρυσού (εικ.38), πιθανόν και για την απόκρυψη ατελειών, αφήνοντας μόνο ακάλυπτες κάποιες επιφάνειες του βάθους ή της λευκής σάρκας του γλυπτού¹⁸⁶. Αυτές οι επιλογές ανήκαν χωρίς αμφιβολία στις οδηγίες του πελάτη, αλλά η τεχνική και σε μικρότερο ποσοστό η επιλογή του υλικού που θα εφαρμόζονταν, θα ανήκε στον εκάστοτε επιδέξιο τεχνίτη¹⁸⁷.

Το μόνο παρεμφερές υλικό που υπήρχε στον ελληνικό χώρο ήταν οι χαυλίοι κάπρου που κατά βάση χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή κρανών. Ο Μυκηναίος τεχνίτης επέλεγε μόνο το μέρος του χαυλίου που αποτελείται από αδαμαντίνη και αφαιρούσε τη ρίζα η οποία έχει λεπτά τοιχώματα. Η αστραφτερή επιφάνεια της αδαμαντίνης προσέδιδε στο τελικό αντικείμενο την πολυτελή εμφάνιση που επιθυμούσε ο Μυκηναίος αγοραστής. Έχουν καταγραφεί πέντε τύποι κατεργασμένων χαυλίων ανάλογα το σημείο που θα τοποθετούνταν επάνω στο δερμάτινο υπόστρωμα, αφού πρώτα ανοίγονταν οι κατάλληλες οπές για να ραφτούν με χοντρό δερμάτινο κορδόνι¹⁸⁸ (εικ.39).

Δεν είναι απολύτως ξεκάθαρο αν οι τεχνίτες της ανατολικής Μεσογείου χρησιμοποιούσαν τις ίδιες τεχνικές στην επεξεργασία των υλικών, όμως τουλάχιστον κατά την Ύστερη Εποχή του Χαλκού το εμφανές ενιαίο ύφος στην τέχνη υποδεικνύει πως τεχνίτες και

183 Moorey 1999, 127.

184 Η βαφή του υλικού χωρίς αμφιβολία είχε υψηλή συμβολική σημασία και θεωρούνταν ιδιαίτερα σημαντική ώστε να καταγράφεται σε επιστολές της Αμάρνα και στα αρχεία των πινακίδων της γραμμικής Β, βλ. Steel (2013,166).

185 Όμηρος Ιλιάδα, Δ-140, «και μαύρο αίμα ξεπετάχτηκε μεμιάς απ' την πληγή του, πως όταν με πορφύρα φίλντισι γυναίκα αλικοβάφει, Λύδισσα ή Κάρισσα, να βρίσκεται γι' αλόγου χαλινάρι» μτφ. Καζαντζάκης Ν. και Ι.Θ. Σιδέρης.

186 Moorey 1999, 127.

187 Steel 2013, 166.

188 Τσώτα 2001, 87.

καταναλωτές παράγουν και χρησιμοποιούν αντίστοιχα μια σειρά από αντικείμενα που παρουσιάζουν σαφή σημάδια σύντηξης σε πολλά επίπεδα¹⁸⁹.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΕΛΕΦΑΝΤΟΔΟΝΤΟΥ ΣΤΟΥΣ ΒΑΣΙΚΟΤΕΡΟΥΣ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΑΡΧΑΙΟΛΟΓΙΚΟ ΑΡΧΕΙΟ

Η μελέτη των διαφόρων κλάδων και σχολών της παραγωγής αντικειμένων από ελεφαντόδοντο στην αρχαιότητα γίνεται ιδιαίτερα δύσκολη από την έλλειψη ή ανεπάρκεια γραπτών αρχείων, την κινητικότητα των τεχνιτών και τη δυνατότητα μεταφοράς των τελικών προϊόντων. Τα αντικείμενα συχνά διαμορφώνονται, εμπορεύονται, αρπάζονται ή παρουσιάζονται ως εξωτικά δώρα ή αφιερώματα μακριά από τον τόπο καταγωγής τους. Έπειτα όμως από προσεκτική μελέτη προκύπτουν ορισμένες χρήσιμες γενικεύσεις και ευρύτερα στοιχεία. Ορισμένες μορφές και κατηγορίες αντικειμένων, που γίνονται εξ ολοκλήρου ή εν μέρει από ελεφαντόδοντο, συνδέονται ειδικά με ορισμένες αρχαίες χώρες και εστίες πολιτισμού, χωρίς καμία αμφιβολία, ως αποτέλεσμα των τοπικών χρήσεων, αγορών, μόδας, εθίμων και προτιμήσεων¹⁹⁰. Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να εντοπιστούν οι θέσεις που προδίδουν ή υπονοούν την ύπαρξη εργαστηρίων, σύμφωνα με τα αρχαιολογικά ευρήματα. Τα εργαστήρια ελεφαντουργίας είναι χώροι που δεν απαιτούν οικοδόμηση ή ιδιαίτερες εγκαταστάσεις, όπως και οι αντίστοιχοι που περιλαμβάνουν την επεξεργασία οστών, ξύλου, και υφάσματος, αλλά για τον χαρακτηρισμό τους απαιτείται τουλάχιστον η παρουσία εργαλείων. Είναι αυτονόητο πως δεν είναι δυνατόν να αναφερθούν όλα τα ελεφάντινα αντικείμενα που βρέθηκαν μέχρι σήμερα. Θα εξεταστούν όμως εκείνα που αν και βρέθηκαν σε ποικίλες θέσεις (ταφές, οικίες, ανάκτορα), υποδηλώνουν την ύπαρξη «σχολής-εργαστήριου» σε κάποια περιοχή.

189 Voskos and Knapp 2008, 664; Doniert 1994, 72.

190 Barnett 1982, 15.

Η ανατολική Μεσόγειος κατά την YEX βίωσε «το απόγειο του επεξεργασμένου ελεφαντόδοντου» ως εκτεταμένο και αναμφισβήτητα διεθνές φαινόμενο. Το πολύτιμο υλικό, μετά την εύρεσή του, έφτανε μέσω των εμπορών και κάθε είδους μεσαζόντων, στα εργαστήρια επεξεργασίας που αποτελούσαν το επόμενο στάδιο της πορείας του. Το εργαστήριο αντιπροσώπευε ένα μετασχηματιστικό στάδιο στο εμπόριο, όπως αναφέρθηκε, καθώς μετέτρεπε το ελεφαντόδοντο σε ένα προϊόν με ακόμη μεγαλύτερη αξία και/ή κύρος, και τα πολυτελή πλέον αντικείμενα μεταφέρονταν σε άλλη περιοχή ή παρέμεναν στον τόπο κατασκευής τους. Οι ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στην εντόπιση των εργαστηριακών κέντρων και των σχολών της ελεφαντουργίας κι έχουν γίνει προσπάθειες οριοθέτησης μεταξύ σχολών, ομάδων και εργαστηρίων¹⁹¹, αναλύοντας επιγραφικές μαρτυρίες και κάνοντας τεχνοτροπικές συγκρίσεις, ιδιαίτερα με τις «μεγάλες» τέχνες, όπως την αρχιτεκτονική, τα αναθηματικά και επιτύμβια ανάγλυφα κ.ά. Τέτοια κέντρα έχουν εντοπιστεί στην βόρεια Συρία, την ανατολική Ανατολία, το βόρειο-δυτικό Ιράν, τη Συρο-Παλαιστίνη και την Κύπρο¹⁹², όμως στα ευρήματα τελικών αντικειμένων συχνά είναι δύσκολο να εντοπιστούν οι διακριτές παραδόσεις του κάθε εργαστηρίου με βάση τα υφολογικά τους στοιχεία εξαιτίας του διεθνούς χαρακτήρα της YEX.

6.1. Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στο Αιγαίο

Η Κρήτη και το Αιγαίο, ως γνωστό, δεν είχαν δικές τους πηγές εξεύρεσης ελεφαντόδοντου. Είναι βέβαιο όμως ότι αποτελούσε για τους κατοίκους είδος πολυτελείας και πιθανόν το εμπορεύονταν περαιτέρω μετά την εισαγωγή του στο νησί ή το αντάλλαζαν ως δώρο μεταξύ της κυρίαρχης ελίτ των πολιτισμών της εποχής. Δεν είναι ξεκάθαρο αν το υλικό έφτανε στην Ελλάδα σε ακατέργαστη μορφή ή ως τελικό αντικείμενο. Ο Renfrew προτείνει ότι η κατασκευή των περισσότερων σφραγίδων από ελεφαντόδοντο γινόταν τοπικά, παρά τις ανατολίτικες επιρροές. Τα πρώτα επεξεργασμένα αντικείμενα προέρχονται από την προ-ανακτορική περίοδο (2500-2000 π.Χ.) στην Κρήτη, εμφανίζουν εικονογραφικά και υφολογικά στοιχεία από Αίγυπτο και Ανατολή, αλλά δεν υποστηρίζουν απαραίτητα την ύπαρξη εργαστηρίων στο νησί. Σφραγίδες από ελεφαντόδοντο βρέθηκαν σε ταφές της περιόδου, και ένας επεξεργασμένος κάτω κυνόδοντας ιπποπόταμου ανασκάφηκε στη Δυτική αυλή της Κνωσού¹⁹³. Επιπλέον, ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου ανακαλύφθηκε στα προ-ανακτορικά εργαστήρια της Κρήτης, το οποίο θα μπορούσε να είναι αιγυπτιακής προέλευσης¹⁹⁴. Στη

191 Βλ. Laffineur (1991), για τη διάκριση μεταξύ δύο διαφορετικών δικτύων ανταλλαγής: ένα δίκτυο ανταλλαγής των υλικών αγαθών και δίκτυο ανταλλαγής γνώσεων και πληροφοριών.

192 Caubet 2013, 455.

193 Reese 1998, 142.

194 Krzyszkowska and Morkot 2000, 320; Rehak and Younger 1998a, 232; Kosmopoulos 1991, 161.

συνέχεια, τα αντικείμενα που βρέθηκαν στην Κρήτη κατά την ΜΜ, όλα σχεδόν από τα Μάλια, υποδεικνύουν ανατολίτικες επιρροές¹⁹⁵. Τα πιο σημαντικά σε μέγεθος αντικείμενα της μινωικής ελεφαντουργίας προέρχονται από την Νεοανακτορική περίοδο. Τόσο η εισαγωγή της πρώτης ύλης όσο και τα εργαστήρια που παρήγαγαν τα τελικά αντικείμενα ήταν πιθανώς υπό τον έλεγχο των μεγάλων ανακτόρων. Τα κύρια χαρακτηριστικά της νεοανακτορικής τέχνης είναι η μικρογραφία, η χρήση εξωτικών υλικών που συνδυάζονται για το χρώμα και την αντίθεση στην υφή, η δημιουργία φορητών αντικειμένων, καθώς και η χρήση κοινών καλλιτεχνικών τεχνικών και εικονογραφίας μεταξύ των διαφόρων μέσων (πέτρα, ξύλο). Ένα επίτευγμα της νεοανακτορικής περιόδου είναι η χρήση του ελεφαντόδοντου για τα κοσμητικά κιβωτίδια και συναφή αντικείμενα¹⁹⁶. Την ίδια περίοδο, και με τη σταδιακή διαθεσιμότητα των μεγαλύτερων χαυλιοδόντων από ελέφαντα, αναπτύσσονται η ποιότητα και το φυσικό μέγεθος. Οι μινωικές συνθέσεις γίνονται αξιέπαινες. Ο κούρος του Παλαίκαστρου αποτελεί σημαντικό παράδειγμα καθώς είναι σύνθεση από σερπεντίνη λίθο, ορεία κρύσταλλο, χρυσό, μπλε χρωστική και πιθανόν ξύλο¹⁹⁷. Τα ολόγλυφα ανθρωπόμορφα γλυπτά είναι σμιλεμένα από πολλά τμήματα κοπήρων ιπποπόταμου, που συνδυάζονται με επιπλέον υλικά όπως η φαγεντιανή, ο άργυρος, ημιπολύτιμοι λίθοι, χρωστικές και εξωτικά υλικά¹⁹⁸ **(εικ.40)**. Η τεχνική δημιουργίας ολόγλυφων αγαλμάτων, που φαίνεται να είναι ενδημική στη Μεσόγειο, πιστεύεται ότι εφευρέθηκε στη μινωική Κρήτη, μεταμοσχεύθηκε στη συριακή ενδοχώρα και στη συνέχεια αποκαταστάθηκε στην Ελλάδα κατά την κλασική αρχαιότητα¹⁹⁹.

Κατά τις ανασκαφές στη βασιλική οδό της Κνωσού αποκαλύφθηκε ένα εργαστήριο και ανακτήθηκαν (περιλαμβανομένων πάνω από ένα κιλό μικρές φολίδες, και άλλα αποδεικτικά στοιχεία δευτερογενούς παραγωγής), θραύσματα μεγάλων ελεφάντινων αγαλματίδιων, και πολλά μικρά ένθετα. Αυτά ήταν κυρίως από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου, αλλά σε στενή σχέση με τις φολίδες και αποκόμματα που προέρχονται από ελέφαντα²⁰⁰. Έξι χαυλιοδόντες ελέφαντα από το παλάτι της Ζάκρου, που χρονολογούνται κατά την καταστροφή στην ΥΜ ΙΒ περίοδο, γύρω στο 1450 π.Χ. βρέθηκαν αποθηκευμένα μαζί με τάλαντα χαλκού **(εικ.41)**. Ο συνδυασμός

195 Rehak and Younger 1998a, 231-2, Μινωίτες ταξιδιώτες στην ακτή της Συρίας ή της Ανατολίας κατά το πρώτο μισό της δεύτερης χιλιετίας πρέπει να εκτέθηκαν σε αυτές τις καλλιτεχνικές επιρροές, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται ένα μίγμα χαρακτηριστικών στοιχείων, όπως φαίνεται και από τα ασημένια αγγεία από τους βασιλικούς τάφους στην Byblos και από το Θησαυρού Tod στην Αίγυπτο.

196 Rehak and Younger 1998a, 236. Πολλά από αυτά τα αντικείμενα εμφανίζονται να έχουν χρησιμοποιηθεί για τελετουργικούς και σκοπούς προβολής και αποθηκεύονταν σε ερμάρια ή κιβώτια, όταν δεν ήταν σε χρήση.

197 Doniert 2010, 397.

198 Rehak and Younger 1998a, 236.

199 Barnett 1982, 15.

200 Rehak and Younger 1998b, 117-8. Η παραγωγή ελεφαντόδοντου στην Κρήτη περιορίζεται στην πρώτη περίοδο (ΥΜ ΙΑ-ΥΜ ΙΙΑ1), και εκπροσωπείται από ευρήματα στην Κνωσό, Ζάκρο, Αρχάνες, τον Κομμό και το Παλαίκαстро. Στην ηπειρωτική Ελλάδα στις Μυκήνες και την Πύλο.

αυτών των υλικών ανακαλεί σκηνές από τον τάφο του βεζίρη Rekhmire, λίγο αργότερα, όπου Σύριοι παρουσιάζουν τις προσφορές τους στο Φαραώ²⁰¹. Δύο κομμάτια από τμήματα χαυλιόδοντα από τις Αρχάνες, το κεντρικό τμήμα ενός χαυλιόδοντα και ημιτελή κομμάτια από το Παλαίικαστρο έχουν επίσης ανακτηθεί ως αποδεικτικά στοιχεία για επεξεργασία ελεφαντόδοντου. Επιπλέον, η ΥΜ ΙΙΙ θέση στον Κομμό απέδωσε δύο μικρά τμήματα από ελεφαντόδοντο, που μπορεί εν μέρει να αποτελούσαν ελεφαντόδοντο για επεξεργασία ή να έχουν απομείνει από άχρηστο υλικό²⁰².

Από την ΥΕΧ κι έπειτα, η ποσότητα και η γεωγραφική επέκταση των εργαστηρίων στο Αιγαίο αυξάνεται δραστικά, και αντιπροσωπεύεται από δύο φάσεις: τις αρχές του 16^{ου} αιώνα με αρχές του 14^{ου} αιώνα και την ΥΕ ΙΙΙΒ2 περίοδο στην ηπειρωτική χώρα (περ. 1250-1200 π.Χ.). Το υψηλότερο ποσοστό επεξεργασμένου ελεφαντόδοντου στην πρώτη φάση του Αιγαίου της ΥΕΧ προέρχεται από ιπποπόταμο, και της δεύτερης φάσης η πλειοψηφία του υλικού προέρχεται από ελέφαντα (με εκπρόσωπο κυρίως την ηπειρωτική Ελλάδα). Μετά την καταστροφή των μεγάλων κέντρων της Κρήτης, όπως της Κνωσού κατά την ΥΜ ΙΙΙ Α2, φαίνεται πως ένα μεγάλο μέρος εργαστηρίων και ειδικού προσωπικού μεταφέρθηκε στην ηπειρωτική Ελλάδα κυρίως στις Μυκήνες και στη Θήβα, αλλά και σε άλλες πιθανές περιοχές²⁰³. Τα πρωιμότερα παραδείγματα προέρχονται από τους λακκοειδείς Τάφους των Μυκηνών, με εμφανή την προτίμηση των Μυκηναίων στη διακόσμηση ξιφών²⁰⁴, και πρόκειται για λαβές, μύκητες, διακοσμητικά επιθέματα, αλλά και πυξίδες. Ο πλούτος των Τάφων ενισχύει την άποψη ότι για την κατεργασία αυτών των αντικειμένων υπήρχαν εργαστήρια εγκατεστημένα στον ελλαδικό χώρο, τουλάχιστον στις Μυκήνες²⁰⁵. Το αιγιακό ελεφαντόδοντο ως ακατέργαστο υλικό και τα εργαστήρια που το επεξεργάζονταν γενικά φαίνεται ότι βρίσκονταν υπό τον έλεγχο των ανακτόρων. Αντικείμενα βρίσκονται κυρίως στα ανάκτορα ή μέσα σε ιερά ή ως κτερίσματα σε τάφους. Τα πιο κοινά προϊόντα των εργαστηρίων του Αιγαίου ήταν χτένες, πλακίδια και ένθετα, με το ελεφαντόδοντο το προτιμώμενο υλικό μέσο²⁰⁶. Στις Μυκήνες είναι εμφανή δύο στάδια αναφορικά με την κατεργασία του υλικού. Η προετοιμασία του ακατέργαστου υλικού σε πλακίδια και η σμίλευση λάμβαναν μέρος σε ένα πρωταρχικό χώρο, όπως ο Οίκος των Τεχνιτών, και στη συνέχεια, όταν η

201 Rehak and Younger 1998a, 235.

202 Rehak and Younger 1998b, 117-8. Tournavitou 1995.

203 Κάποια από τα πρωιμότερα αντικείμενα της Αργολίδας τοποθετούνται σε μια ομάδα τεχνιτών που ονομάστηκαν «εκπαιδευόμενοι από μινωίτες», βλ. Rehak and Younger (1998a, 242).

204 Κυρίως ως επίμηλα ή φύλακες λεπίδων διαφόρων μεγεθών, μερικά από τα οποία (λακκοειδείς τάφοι ΙV και V) περιλαμβάνουν αντικείμενα που μπορεί να θεωρηθούν τρόπαια. Το είδος αυτό θα εξακολουθεί να βρίσκεται συχνά σε ταφικά σύνολα, μέχρι το τέλος της Εποχής του Χαλκού.

205 Treuil et al. 1996, 370.

206 Krzyszkowska and Morkot 2000, 320; Rehak and Younger 1998a, 236.

επεξεργασία ολοκληρώνονταν, τα αντικείμενα αποθηκεύονταν σε δευτερεύοντες χώρους²⁰⁷. Οι οικίες του ελεφαντόδοντου έξω από την Ακρόπολη των Μυκηνών (η αίθουσα των Σφιγγών και των Ασπίδων που καταστράφηκε από φωτιά στα τέλη της ίδιας περιόδου) περιλάμβαναν αποθήκες με εργαστηριακό υλικό και πλήθος επεξεργασμένων αντικειμένων από διαφορετικές περιόδους και τεχνοτροπίες και τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ή επαναχρησιμοποιήθηκαν για να δημιουργήσουν ή ανακατασκευάσουν αντικείμενα επιπλοοίας. Τα τελικά αντικείμενα θα εξάγονταν σε άλλα μυκηναϊκά κέντρα όπως η Τίρυνθα, η Πύλος και πιθανόν εκτός του ελλαδικού χώρου²⁰⁸. Στο Καδμείο της Θήβας ανακαλύφθηκαν στοιχεία για εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου, παράλληλα με άλλα πολύτιμα υλικά όπως χρυσός, ημιπολύτιμοι λίθοι κ.ά.²⁰⁹. Επιπλέον στον ίδιο χώρο βρέθηκαν σταθμά με μισο-επεξεργασμένα ελεφαντόδοντα. Αυτό υποδηλώνει ότι η αξία του υλικού υπολογίζονταν σύμφωνα με το βάρος του²¹⁰. Όλα αυτά τα στοιχεία, υποδεικνύουν τον έλεγχο των Μυκηνών στην παραγωγή αντικειμένων από ελεφαντόδοντο για τη μετέπειτα κατανάλωσή τους από την ελίτ²¹¹. Ο συγκερασμός και η αλληλεπίδραση στις τεχνικές ανάμεσα στην Κρήτη και στην ενδοχώρα εντοπίζεται στην θεϊκή τριάδα από τις Μυκήνες (**εικ.10**) από αρχαιολογικό πλαίσιο της ΠΙΒ²¹².

Εκτός από το εισαγόμενο ελεφαντόδοντο στον ελλαδικό χώρο προτιμήθηκε εξίσου και το εγχώριο προϊόν των χαυλίων κάπρου, οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για την κατασκευή κρανών. Η διαθεσιμότητα του υλικού θα μπορούσε να κάνει τους χαύλιους περιζήτητο υλικό, αλλά το μικρό του μέγεθος και ο σχηματικός περιορισμός στα αντικείμενα, έστρεψε τους τεχνίτες στους χαυλιόδοντες ελέφαντα και ιπποπόταμου. Ωστόσο ο Μυκηναίος τεχνίτης κατάφερε να αξιοποιήσει τις δυνατότητες του δοντιού και να το μετατρέψει σε σύμβολο του μυκηναϊκού στρατιωτικού εξοπλισμού²¹³. Καθώς κάθε κράνος χρειαζόταν τους χαύλιους τριάντα τριών κάπρων, η κατοχή του θεωρήθηκε ως ένδειξη ανδρείας και υψηλής κοινωνικής θέσης, ακόμα και θεϊκής υπόστασης²¹⁴. Χαύλιοι κάπρου σε επεξεργασμένη μορφή ως διακόσμηση κρανών και ακατέργαστοι χαύλιοι έχουν βρεθεί σε πλήθος αρχαιολογικών θέσεων

207 Steel 2013, 163.

208 Rehak and Younger 1998a, 247.

209 Rehak and Younger 1998a, 247.

210 Michailidou 2010, 75.

211 Pullen 2013, 439.

212 Rehak and Younger 1998a, 240. Πρόκειται πιθανόν για ένα μινωικό Νεοανακτορικό έργο με βάση τα πρότυπα της κλωστοϋφαντουργίας στα κοστούμια των δύο μεγαλύτερων μορφών. Οι δύο γυναικείες μορφές φορούν ένδυμα μινωικού τελετουργικού που ήταν καλά κατανοητό από τον καλλιτέχνη, σε αντίθεση με πολλά μυκηναϊκά έργα που το ένδυμα δεν αποδίδεται με ακρίβεια.

213 Τσώτα 2001, 87.

214 Morris 2008, 440. Αυτός ο τύπος πρωτοεμφανίστηκε στην ηπειρωτική Ελλάδα γύρω στον 17^ο αι. π.Χ., με τα πρωιμότερα παραδείγματα στην Εύτρεση και στο Μάλθι, στους μυκηναϊκούς τάφους, στη Θήβα και στην Κολώνα της Αίγινας. Στους επόμενους πέντε αιώνες έγινε πολύ δημοφιλές.

κυρίως σε τάφους. Δεν υπάρχει καμία ένδειξη ωστόσο ότι το υλικό προέρχονταν από εισαγωγή καθώς, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, το θηλαστικό υπήρχε σε αφθονία στην ευρύτερη ζώνη του μυκηναϊκού κόσμου. Εισαγωγή πιθανόν συνέβαινε σε τοπικό, ενδομυκηναϊκό επίπεδο, όπως για παράδειγμα εικάζεται από ευρήματα χαύλιων στη Μήλο από το δυτικό ιερό της ΥΚ ΙΙΑ2 περιόδου, καθώς θεωρείται σχεδόν απίθανο να υπήρχαν αγέλες αγριόχοιρων στο νησί²¹⁵.

Οι Μυκηναίοι τεχνίτες ελεφαντόδοντου κατά τον 14^ο και 13^ο αιώνα δεν θέλγονταν μόνο το υλικό και δανείζονταν τις τεχνικές και ιδέες από την Εγγύς Ανατολή, ιδιαίτερα τη Συρία, αλλά μπορεί κάλλιστα να ήταν μισό-Ανατολίτες ή Ανατολίτες, που ταξιδεύουν προς τον Αιγιακό κόσμο πραγματοποιώντας γάμους με τις κόρες τοπικών αρχόντων και οι οποίοι ίδρυσαν τοπικά εργαστήρια με τους μαθητευόμενους ή μιμητές τους. Εντούτοις, μόλις στα τέλη της ΥΕ ΙΙΒ περιόδου το επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο από τον ελλαδικό χώρο έγινε πραγματικά δημοφιλές και αποτέλεσε ακμάζουσα βιομηχανία²¹⁶. Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα πηγή πληροφοριών σχετικά με τη χρήση του ελεφαντόδοντου αποτελούν οι πινακίδες της Γραμμικής Β²¹⁷. Συγκεκριμένα, στην ομάδα Τα πινακίδων από το ανάκτορο της Πύλου αναφέρονται έπιπλα με ελεφάντινη διακόσμηση. Ο κατάλογος δεν προσφέρει μόνο μια καταμέτρηση επίπλων, τραπεζιών, θρόνων και άλλων καθισμάτων, αλλά και σημαντικές πληροφορίες για τη μορφή τους. Με τη λέξη *ajame-no*, η οποία μεταγράφεται ως αια(σ)μένος, πιστεύεται ότι δηλώνεται η τεχνική της ενθετικής διακόσμησης, αν και η συγκεκριμένη λέξη δεν μπορεί να συνδεθεί με καμία της αρχαίας ελληνικής. Στις πινακίδες αναφέρεται ότι η ένθετη αυτή διακόσμηση γινόταν κυρίως με ελεφαντόδοντο [*e-re-pa-te*: ελεφάντει] αλλά και με χρυσό [*ku-ru-so*], κύανο [*ku-wa-no*] και ένα ακόμη υλικό που ονομάζεται [*para-ke-we*], πιθανόν ο άργυρος²¹⁸. Χαρακτηριστικά στην πινακίδα Va 482, όπου υπάρχει η λέξη *e-re-pa*, πραγματοποιείται καταγραφή σε ΖΕ(ύγη), συνεπώς πιθανότατα καταγράφεται ελεφαντόδοντο σε πρωταρχική μορφή, δηλαδή σε ζεύγος χαυλιόδοντων. Τη λέξη *e-re-pa* ακολουθεί η λέξη *a-no-ro* που έχει αποδοθεί (από M.Lejeune και P.Chantraine-A.Dessenne) ως άνωπον, δηλαδή «όχι επεξεργασμένο/ακατέργαστο», ενώ η A.Sacconi θεωρεί ότι πρόκειται για ανθρωπονόμιο²¹⁹. Σκοπός ίσως των ελεφαντόδοντων που καταγράφονται στην Va 482 ήταν η χρήση τους για την κατασκευή τμημάτων, πιθανώς ποδιών

215 Earle 2016, 105.

216 Barnett 1982, 36.

217 Ο Lapatin (2001, 13-5) υποστηρίζει πως το γεγονός ότι δεν υπήρχε ιδεόγραμμα στην Μυκηναϊκή ελληνική είναι ένδειξη της σπανιότητάς του και οι γραφές φαίνεται να δίνουν έμφαση στην σημαντικότητα του υλικού από το μεγάλο μέγεθος της λέξης σχετικά με τις άλλες στην ίδια πινακίδα και από διακριτή του θέση όταν αναφέρεται ως ακατέργαστο υλικό.

218 Στεφανή 2012, 515. Υπάρχουν ακόμη αναφορές στα θέματα διακόσμησης των επίπλων, που ήταν γραμμικά και φυσιοκρατικά. Έτσι, αναφέρονται ανθρώπινες μορφές, βουκράνια, πολεμικά κράνη και ζώα, όπως το λιοντάρι, το άλογο, το μοσχάρι και το χταπόδι.

επίπλων, από συμπαγές ελεφαντόδοντο. Ενδιαφέρουσα είναι η υπόθεση της A.M.Biraschi ότι το επαγγελματικό όνομα *ri-ri-je-te / ri-ri-je-te-re*, το οποίο πιστοποιείται και στην Πύλο και στην Κνωσό²²⁰ δηλώνει τους τεχνίτες που επεξεργάζονται το ελεφαντόδοντο. Το όνομά τους συνδέεται με το πρίω και είναι σημαντικό ότι στα ομηρικά κείμενα τα επίθετα *πριστός* και *νεόπριστος*²²¹ είναι πάντα συνδεδεμένα με τη λέξη *ελέφας*. Αν όντως αυτή η υπόθεση ισχύει, τότε παρουσιάζεται μια ακόμη απόδειξη εξειδικευμένων τεχνιτών που απασχολούσαν τα ανάκτορα για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους για πολυτελή εξοπλισμό ή ακόμη και για την παραγωγή προϊόντων προς εξαγωγή²²². Οι αναφορές των πινακίδων της Γραμμικής Β παράλληλα με τις πληροφορίες από τα αρχαιολογικά δεδομένα για τα διακοσμημένα με ελεφαντόδοντο και άλλα πολύτιμα υλικά συντίθενται με τον πιο ωραίο τρόπο σε αναφορές που δίνει ο Όμηρος:

*«φράζεο, Νεστορίδη, τῷ ἐμῷ κεχαρισμένε θυμῷ,
χαλκοῦ τε στεροπὴν κὰδ δώματα ἠχήμεντα
χρυσοῦ τ' ἠλέκτρον τε καὶ ἀργύρου ἢδ' ἐλέφαντος...»²²³*

6.2 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στην Ανατολία

Η Ανατολία αποτελούσε το κέντρο ενός τεράστιου εμπορικού δικτύου που μετέφερε σπάνια υλικά προς τη δύση μέσω μεσοποταμιακών περιοχών. Από τον 19^ο και 18^ο π.Χ. αι. ακόμα, η κεντρική Ανατολία προσέλκυε εμπόρους επίσης από την Εγγύς Ανατολή και έμμεσα από το Αιγαίο αναζητώντας πρόσβαση προς αυτές τις πηγές²²⁴. Η παράδοση της ελεφαντουργίας στην περιοχή χωρίζεται σε δύο φάσεις, την περίοδο της κυριαρχίας των Ασσυρίων (19^{ος}-18^{ος} αι. π.Χ.) που εκπροσωπείται από ευρήματα στο Kultepe, Acemhöyük, και Eskiyaşur και την περίοδο της αυτοκρατορίας των Χετταίων (14^{ος}-13^{ος} π.Χ.) με αντικείμενα από ελεφαντόδοντο που προέρχονται από τις Bogazkoy και Beycesultan²²⁵.

Μια σημαντική βιομηχανία ελεφαντόδοντου μπορεί να τεκμηριωθεί στην Ανατολία κατά τη διάρκεια της κυριαρχίας των Ασσυρίων, όταν υφάσματα και κασσίτερος ανταλλάσσονταν για

219 Οι Lejeune (1955, 213) και Chantraine and Dessenne (1957, 202) στηρίζουν την πρώτη υπόθεση ενώ η Sacconi (1972, 175) τη δεύτερη, του ανθρωπονομίου.

220 Στην Κνωσό: KN Ra 1547, 1548, 1549, *ri-ri-te* στην Ra 1543 και στην Πύλο: PY An 207, *ri-ri-e-te-re* στην Fn 1427 και *ri-ri-e-te-si* στην An 7.

221 Οδύσσεια VIII, στίχος 404/ XVIII, στίχος 196/ XIX, στίχος 564.

222 Tsagrakis 2012, 336-7. Ακολουθούν δυο διαφορετικοί τύποι ελεφαντόδοντου, αυτό που ορίζεται ως *qe-qi-no-me-no e-wi-su-*79-ko* και αυτό που περιγράφεται ως *ro-i-ko*. Η διάκριση κατά την A.Sacconi είναι μεταξύ 4 ελεφαντόδοντων λαξευμένων με το διακοσμητικό θέμα *e-wi-su-*79-ko* και 2 κυρτών. Ο P.Chantraine είναι της άποψης ότι η έκφραση *qe-qi-no-me-no e-wi-su-*79-ko* δηλώνει ελεφαντόδοντο κομμένο σε πλακίδια.

223 Ομήρου Οδύσσεια, δ, 71-73, «Θάμαξε, γιε του Νέστορα, πολυάκριβέ μου φίλε, τη λαμπεράδα του χαλκού, τὸ κεχρμπάρτι, τὸ χρυσό, τὸ φίλντισι, τ' ἀσήμι.» Μτφ. Ζ. Σιδέρη.

224 Aruz 2009, 82.

225 Lafrenz 2004, 66.

άργυρο (περ. 2000-1750 π.Χ.) με χαρακτηριστικό γνώρισμα την τεχνική της εγχάραξης²²⁶. Σε συγκρότημα κοντά στο παλάτι της Acemhöyük (το οποίο καταστράφηκε γύρω στο 1750 π.Χ.) βρέθηκε ένας εντελώς ορυκτοποιημένος χαυλιόδοντας από το είδος *Elephas maximus*, πολυάριθμα θραύσματα χαυλιόδοντα και μια ποικιλία από κομμένα τμήματα που υποδηλώνουν ενεργή παραγωγή ελεφαντόδοντου. Από το ανευρεθέν υλικό φαίνεται πως οι τεχνίτες της Acemhöyük έκαναν την καλύτερη δυνατή χρήση των ανατομικών δυνατοτήτων του υλικού τους, δουλεύοντας τα τμήματα των χαυλιόδοντων ιπποπόταμου τα οποία αλλού συχνά απορρίπτονταν επειδή ήταν δύσκολο να επεξεργαστούν²²⁷. Ενώ τα περισσότερα επεξεργασμένα αντικείμενα φαίνεται να σμιλεύτηκαν από δόντια ιπποπόταμου, υπάρχουν στοιχεία στο Acemhöyük για την παρουσία μη επεξεργασμένων χαυλιόδοντων ελέφαντα, γεγονός που προκαλεί ερωτήματα, όπως το γιατί προτίμησαν οι τεχνίτες το υλικό αυτό ενώ είχαν πρόσβαση στο ελεφαντόδοντο ελέφαντα. Το ίδιο συμβαίνει και σε άλλους τόπους, όπως στο Kultere που βρέθηκε ελεφαντόδοντο από ιπποπόταμο και το ανάκτορο της Alalakh της Μέσης Εποχής του Χαλκού στη βόρεια Συρία (επίπεδο VII), όπου αποκαλύφθηκε μεγάλη ποσότητα χαυλιόδοντων ελέφαντα²²⁸. Το γεγονός ότι από δόντι ιπποπόταμου -τουλάχιστον στο Acemhöyük- βρέθηκαν μόνο ολοκληρωμένα αντικείμενα, οδήγησε ορισμένους ερευνητές, όπως την Caubet, να θεωρήσουν ότι κατασκευάζονταν στη Συρία για την αγορά των περιοχών αυτών²²⁹.

Σημαντικό στοιχείο στην επεξεργασία της περιοχής αποτελούν τα θαυμάσια ευρήματα της συλλογής Pratt που σήμερα βρίσκονται στο Μητροπολιτικό Μουσείο της Νέας Υόρκης. Η συλλογή που προφανώς προέρχεται από το Acemhöyük παράλληλα με πολλά ελεφάντινα αντικείμενα από την περιοχή, έχουν υφολογικές αναφορές στην Αίγυπτο παρόλο που η επεξεργασία τους τοποθετείται σε τοπικά εργαστήρια²³⁰. Τα αντικείμενα αυτά αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα συνδυαστικής τέχνης καθώς αποδεικνύουν πως στα εργαστήρια πραγματοποιούνταν διακόσμηση των αντικειμένων με φύλλα χρυσού και με ένθετους πολύτιμους λίθους σε διαμορφωμένες εσοχές, όπως τα μάτια. Αν ο χρυσός εφαρμόζονταν σε όλες τις επιφάνειες, είναι υπό διερεύνηση. Τα στοιχεία που υπάρχουν αποδεικνύουν πως το πολύτιμο υλικό τοποθετούνταν επάνω στη λεία επιφάνεια του ελεφαντόδοντου για να αναπαραστήσει μαλλιά και άλλες ειδικές λεπτομέρειες. Ο εντοπισμός όμως χρυσού σε διάφορα σημεία στην επιφάνεια του αντικειμένου, μπορεί να υποδηλώνει ολική εφαρμογή²³¹(**εικ.60**).

226 Barnett 1982, 25. Η τεχνική αυτή πιθανόν μεταφέρθηκε στην περιοχή από τους Χουρρίτες της Συρίας.

227 Caubet 2013, 451.

228 Caubet 2013, 451; Rehak and Younger 1998a, 234.

229 Lafrenz 2004, 66.

230 Aruz 2009, 82; Barnett 1982, 32.

231 Aruz 2009, 82.

Κατά την περίοδο της αυτοκρατορίας των Χετταίων τα ουσιώδη χαρακτηριστικά της χεττιτικής εικονογραφίας φαίνεται να βασίζονται σε παραδόσεις της ύστερης φάσης της ασσυριακής περιόδου²³². Επιγραφές από το αρχείο της Hattusa αναφέρουν την παρουσία μιας ποσότητας αντικειμένων από ελεφαντόδοντο στην αυλή των Χετταίων, που μερικά εισάγονται από τη Halpa (Χαλέπι) και κάποια από την Αίγυπτο. Απαριθμείται μια μεγάλη ποικιλία τύπων, όπως ξέστρα για το μαλλί, χτένες και άλλα κοσμητικά μέσα, αγαλματίδια λέοντα και αετού, μουσικά όργανα, και τμήματα επίπλων, που περιλαμβάνουν καρέκλες, τραπέζια και κρεβάτια διακοσμημένα με χρυσό ή άλλες ενθέσεις. Ορισμένα αντικείμενα στα γραπτά κείμενα αναφέρονται με τα επίθετα «ερυθρά» ή «λευκά» και συνοδεύουν ουσιαστικά που προέρχονται από τη λέξη «δόντι». Το γεγονός αυτό δεν αφήνει καμιά αμφιβολία ότι το υλικό δεν μπορεί να είναι σχεδόν τίποτα άλλο στην Εγγύς Ανατολή, παρά ελεφαντόδοντο. Στο σύνολό τους, οι κατηγορίες των αντικειμένων με τον τρόπο που παρατίθενται φαίνεται να αντιστοιχούν στο ρεπερτόριο της διεθνούς τέχνης της εποχής²³³.

Η τέχνη της περιοχής διακρίθηκε επίσης για τα έργα σε τμήματα απαλά διαμορφωμένα σε επίπεδο ανάγλυφο, όπως ένα μικρό ένθετο πλακίδιο από την Atchana, που απεικονίζει ανάμεσα σε βραχιόνες μυθικά τέρατα, αλλά κυρίως ένα περίτεχνο έργο τέχνης κατασκευασμένο με την τεχνική *ajouge*²³⁴ από το Bogazkoy, δυστυχώς ελλιπές, δείχνοντας μια σειρά από πλάσματα που βαδίζουν σε έναν κύκλο γύρω από μια φτερωτή σφίγγα που βρίσκεται στο κέντρο. Οι Χετταίοι φαίνεται επίσης να ήταν οι πρώτοι τεχνίτες που ανέπτυξαν την τέχνη της μινιατούρας, όσον αφορά στα έργα από ελεφαντόδοντο, πιθανόν από την ανεπάρκεια του υλικού²³⁵. Η διάδοση και αποδοχή της τέχνης τους πιστοποιείται από τα διάσπαρτα παραδείγματα καθαρά χεττιτικών έργων που έχουν βρεθεί έξω από την καρδιά της αυτοκρατορίας. Το αγαλματίδιο μιας ημίγυμνης θεάς από τη Nuzi, και ένα πινάκιο από τη Μεγιδδώ που απεικονίζει μια μυθολογική σύνθεση με χεττιτική ιερογλυφική επιγραφή, μαρτυρούν την ύπαρξη μιας χεττιτικής παράδοσης επεξεργασίας ελεφαντόδοντου εντελώς διαφορετική από εκείνη της Συρο-Παλαιστίνης²³⁶.

6.3 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στη Συρία και την Παλαιστίνη

232 Trolle- Larsen 2008-9, 80.

233 Caubet 2013, 454.

234 Αντικείμενα κατασκευασμένα έχοντας ή ενσωματώνοντας στην επιφάνεια πολυάριθμα μικρά ανοίγματα, συχνά σε ένα κοινό διακοσμητικό μοτίβο, όπως σε ένα πλεκτό ύφασμα ή ένα αντικείμενο μεταλλοτεχνίας.

235 Barnett 1982, 33-4.

236 Caubet 2013, 454.

Το πρώτο εργαστήριο με ελεφαντόδοντο στην Εγγύς Ανατολή ανακαλύφθηκε στην Bir-Safadi στις πλευρές της Wadi es Sab, κοντά στην Beersheba περί το 3300 π. Χ. Τα αντικείμενα τέχνης μοιάζουν με τα αντίστοιχα προδυναστεϊκά αιγυπτιακά και κυρίως της Νακάδα περιόδου, ενώ τα ευρήματα συμπληρώνονται από ένα πάγκο εργασίας, ένα χαυλιόδοντα ελέφαντα, τρία σουβλιά με οστέινες λαβές κι ένα τοξοειδές τρυπάνι²³⁷. Οι επιστολές της Αμάρνα της 18^{ου} δυναστείας καταγράφουν τους Mittani της Συρίας να αποστέλλουν υλικό ή αντικείμενα από ελεφαντόδοντο στην Αίγυπτο (EA 22), πιθανώς ως ένα είδος ανταλλάξιμου δώρου μεταξύ κυβερνητών. Η εύκολη πρόσβαση σε ελεφαντόδοντο ελέφαντα και ιπποπόταμου μπορεί να εξηγήσει την αύξηση της παραγωγής κατά τη διάρκεια της YEX. Υπάρχει πενιχρό αποδεικτικό υλικό για τοπικά εργαστήρια, εκτός από την Qatna, όπου έχουν ανακαλυφθεί εκατοντάδες θραύσματα πλακιδίων από ελεφαντόδοντο ελέφαντα σε συγκρότημα κοντά στην Ακρόπολη της πόλης²³⁸ και στην Ebla (περ. 1750-1650 π.Χ.) που βρέθηκε σειρά από σμιλεμένα πλακίδια από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου προορισμένα για ενθέσεις²³⁹. Το πιο εντυπωσιακό παράδειγμα επεξεργασίας ελεφαντόδοντου από τη Συρία της YEX προέρχεται από την Ουγκαρίτ (Ras Shamra), ένα κέντρο εμπορίου της YEX με το κοσμοπολίτικο λιμάνι της Minet el Beida. Οι Caubet και Poplin (1993) έχουν υποστηρίξει ότι περισσότερο από τα τρία τέταρτα των αντικειμένων από ελεφαντόδοντο της Ουγκαρίτ είναι κατασκευασμένα από κυνόδοντες και κοπήρες ιπποπόταμου, αν και σε ακατέργαστη μορφή μόνο ένα θραύσμα από δόντι ιπποπόταμου έχει διασωθεί²⁴⁰. Το ανάκτορο της Ουγκαρίτ κατά την YEX παρουσιάζει δύο επίπεδα καταστροφής, το πρώτο περίπου το 1370/1350 π.Χ. και το δεύτερο περ. το 1180 π.Χ., τοποθετώντας έτσι σχεδόν όλα τα είδη πολυτελείας του χώρου μεταξύ μιας περιόδου 140 χρόνων (1370-1180 π.Χ.). Συνολικά σώζονται περίπου 350 αντικείμενα από ελεφαντόδοντο κυρίως καθημερινής χρήσης, όπως χτένες, κουτιά σε σχήμα πάπιας, στρογγυλά κουτιά, πυξίδες, δίσκοι/καπάκια, αδράχτια και βέργες²⁴¹ τα οποία κατατάσσουν την πόλη ανάμεσα στα μεγαλύτερα κέντρα επεξεργασίας της YEX. Αν και τα ελεφαντόδοντα από την Ras Shamra αντιπροσωπεύουν μια καθαρά τοπική παράδοση της συριακής τέχνης, παρουσιάζεται επίσης μια υβριδική μορφή στην οποία συνέβαλαν αιγυπτιακά μοτίβα και ιδέες²⁴². Γενικότερα αντικείμενα

237 Barnett 1982, 15.

238 Caubet 2013, 452; Luciani 2006, 21.

239 Rehak and Younger, 1998a, 223.

240 Η μεγαλύτερη χρήση του πολυτελούς ελεφαντόδοντου από ιπποπόταμο σε σχέση με αυτό του ελέφαντα που ήταν περισσότερο διαθέσιμο στην περιοχή, εγείρει ερωτήματα για την επιλογή των εμπορών. Είτε προτιμούσαν το πιο πολύτιμο υλικό, είτε τα κοπάδια των ελεφάντων ήταν μικρά και διάσπαρτα. Όπως και να έχει, οι τεχνίτες φαίνεται να είναι αρκετά ικανοί ώστε να επιλύουν τις δυσκολίες που παρουσιάζει η επεξεργασία του ιπποπόταμου.

241 Gachet-Bizollon and Caubet 2013, 420.

242 Το υβριδικό αυτό μείγμα είναι ένα δείγμα της πρωτο-φαινικιακής τέχνης, δεδομένου ότι στους επόμενους αιώνες θα αποτελέσει χαρακτηριστικό παράδειγμα της τέχνης τους, βλ. Barnett (1982, 29-30).

όπως χτένες, περίτεχνα κοσμητικά εργαλεία, διακοσμημένα κρεβάτια **(εικ.42)** και πολυθρόνες συνδέονται με την παραδοσιακή παράδοση της Συρίας και της Αιγύπτου, ενώ κέρατα και πυξίδες ανήκουν στην παράδοση της βόρειας Συρίας²⁴³. Χαρακτηριστικό παράδειγμα σύντηξης αποτελεί η γυμνόστηθη θεά από καπάκι πυξίδας του 14^{ου} αιώνα, που δηλώνει ένα ισχυρό στοιχείο επιρροής από το Αιγαίο που προσθέτει αρκετά διαφορετικά στοιχεία στο ύφος και στην εικονογραφία. Είναι ένα έργο εντυπωσιακής ζωντάνιας μέσα σε ένα παραδοσιακά συμβατικό και εκλεπτυσμένο ανατολίτικο πλαίσιο²⁴⁴. Τα πολύτιμα αντικείμενα που βρέθηκαν στην Ουγκαρίτ δηλώνουν τα εξαιρετικά επιτεύγματα και την ικανότητα των τεχνιτών της περιοχής. Ακόμα και μεγάλα αντικείμενα, όπως το βασιλικό κρεβάτι από το ανάκτορο, υποδεικνύουν ότι, με επιδέξια κατεργασία και κόβοντας τα πλακίδια στο μέγιστο των δυνατοτήτων που παρέχει το μέγεθος του χαυλιόδοντα ενός ελέφαντα, δύο μόνο μεγάλα ζεύγη χαυλιοδόντων ήταν αρκετά²⁴⁵ να δώσουν μεγάλες επιφάνειες.

Η παράδοση στην Παλαιστίνη σχετικά με την επεξεργασία ελεφαντόδοντου ξεκίνησε πολύ νωρίς, από την ΠΕΧ όπου την περίοδο αυτή είναι εμφανής η διαφοροποίηση των εργαστηρίων της σε σχέση με τους βόρειους γείτονες. Οι τεχνίτες της Χαναάν εκμεταλλεύτηκαν την ύπαρξη υποπόταμων στην περιοχή για να κατασκευάσουν αντικείμενα, όπως κεφαλές ταύρων, που τόσο από εικονογραφική άποψη όσο και από τεχνική, εξέφραζαν μια πολύ διαφορετική προσέγγιση σε σχέση με τη Συρία και την περιοχή του Ευφράτη, που παράγονταν διαφορετικά αντικείμενα. Έχει συζητηθεί, ωστόσο, ότι οι κεφαλές από ελεφαντόδοντο είναι αποτέλεσμα πολλών εργαστηρίων, επειδή διακρίνονται διαφόρων ειδών εικονογραφικά, χρονολογικά και στοιχεία ακατέργαστου υλικού. Είναι σαφές ότι το κοίλο στη βάση των κεφαλών διευκόλυνε την τοποθέτησή τους πιθανότατα σε ένα ραβδί ή σκήπτρο και δεν αποτελούσαν διακοσμητικό στοιχείο επίπλων, καθώς δεν βρέθηκαν ζεύγη από αυτά τα αντικείμενα²⁴⁶.

Η τέχνη της περιοχής άνθισε κατά την ΥΕΧ, παρά τη συνεχή υποταγή των πόλεων-κρατών της περιοχής στους Αιγυπτίους, τους Μιτάννι, και τους Χετταίους. Τα μικρά βασίλεια ήταν σε θέση να διατηρήσουν τη σημασία και τον πλούτο τους, διαθέτοντας μια μεγάλη δύναμη η μια εναντίον της άλλης και ιδρύοντας τα πολύ χρήσιμα διεθνή εμπορεία. Ενώ η χαναανική

243 Barnett 1982, 15.

244 Barnett 1982, 29-30.

245 Caubet 2013, 452; Margueron 2008-9, 238.

246 Milevski 2005, 219. Καθώς τα κεφάλια του ταύρου ανακτήθηκαν κυρίως σε πολιτιστικά ή ταφικά πλαίσια, πρέπει να υποθεθεί ότι χρησιμοποιήθηκαν σε τελετές ή τελετουργίες. Όπως υπογράμμισε ο Beck (1995: 25), η μορφή του ταύρου έχει πολλές ταυτοποιήσεις με θεότητες της αρχαίας Εγγύς Ανατολής και συνδέεται με τις βασιλικές αρχές.

τέχνη μπορεί να έχει τις εικονογραφικές της ρίζες στην αιγυπτιακή τέχνη της γλυπτικής, από τον 14^ο και 13^ο αιώνα η περιοχή ανέπτυξε μια μοναδική δική της τεχνοτροπία, αν και εξακολούθησε να διατηρεί κάποιες αιγυπτιακές επιρροές²⁴⁷. Τα περισσότερα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο από την Παλαιστίνη χρονολογούνται από το δεύτερο μισό της YEX και εξής, με τα σμιλεμένα ελεφαντόδοντα περισσότερο ή λιγότερο να αντικαθιστούν τα οστέινα κατά την YEX II ως είδη πολυτελείας. Δεν υπάρχει, ωστόσο, καμία συγκεκριμένη απόδειξη για εργαστήρια ελεφαντόδοντου στο αρχαιολογικό αρχείο της Παλαιστίνης και μόνο τελικά προϊόντα έχουν ανακτηθεί. Η Μεγιδδώ απέδωσε τα πιο αξιοσημείωτα παραδείγματα ελεφαντόδοντου της YEX στην περιοχή, με την ανακάλυψη 382 επεξεργασμένων ελεφάντινων αντικειμένων σε κτίριο του ανακτόρου, όπου αν και δεν είναι ξεκάθαρο αν πρόκειται για εργαστήριο ή θησαυροφυλάκιο παρουσιάζει την μεγάλη άνθηση, αλλά και ζήτηση του υλικού. Το καρτούς με την επιγραφή του φαραώ Ραμσή III που βρέθηκε κάτω από το υλικό τοποθετεί χρονικά το θησαυρό στο πρώτο μισό της 2^{ης} χιλιετίας π.Χ. και πιθανόν να ανήκε σε κάποιο εκκεντρικό πρίγκιπα- συλλέκτη²⁴⁸. Στην πραγματικότητα, τουλάχιστον δέκα από τα επεξεργασμένα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο της Μεγιδδώ κατασκευάστηκαν από κυνόδοντες ιπποπόταμου ή κοπτήρες. Τα περισσότερα ήταν ενθέματα που θα προορίζονταν να διακοσμήσουν ξύλινα έπιπλα στο παλάτι. Δεν είναι ξεκάθαρο αν το κτίριο που βρέθηκαν αποθηκευμένα ήταν το εργαστήριο επεξεργασίας του ανακτόρου, αν και αυτό το υποδηλώνουν κάποια ημι-επεξεργασμένα αντικείμενα στον ίδιο χώρο²⁴⁹.

Σε γενικές γραμμές αξίζει να σημειωθεί πως τα αντικείμενα κατασκευάζονταν από χάλιους ιπποπόταμου, κυρίως για δίσκους, αγαλματίδια, κοσμητικά δοχεία, αλλά όχι για πίνακες²⁵⁰. Η χρήση των κυνόδοντων του ιπποπόταμου στην παραγωγή πυξίδων με τη μορφή πάπιας είναι ενδεικτικό παράδειγμα της παράδοσης στην Εγγύς Ανατολή (**εικ.43**). Τα διάφορα τμήματα του αντικειμένου, όπως το δοχείο, ο λαιμός, το κεφάλι, το καπάκι και η βάση είναι σκαλισμένα από διάφορα μέρη του δοντιού, αφήνοντας πολύ λίγο μέρος από τον κυνόδοντα αχρησιμοποίητο. Η πανταχού διαδεδομένη πυξίδα παράγονταν σε μια ποικιλία παραλλαγών σε θέσεις πολλών περιοχών που βρίσκονται τόσο στην Ελλάδα προς τη Δύση, όσο και τη βόρεια Συρία και τον Ευφράτη προς την Ανατολή. Είναι πιθανό ότι ο πυρήνας των κέντρων παραγωγής βρίσκονταν στις παράκτιες περιοχές της Συρο-Παλαιστίνης. Από εκεί, τα εμπορεύματα θα πρέπει να διανέμονταν σε μακρινούς προορισμούς²⁵¹.

247 Lafrenz 2004, 69.

248 Feldman 2009, 177-183; Barnett 1982, 25.

249 Morandi-Bonacossi 2009, 234.

250 Bryan 1996, 62.

251 Caubet 2013, 453.

Μεγάλο μέρος της συζήτησης για τα παλαιστινιακά εργαστήρια συγκεντρώνεται γύρω από την έκταση και τη σημασία των υφολογικών επιρροών από την Αίγυπτο. Αν και πολλοί μελετητές πίστευαν ότι πρόκειται για αιγυπτιακές εισαγωγές, τώρα συμφωνούν ότι τα περισσότερα από τα αιγυπτιάζοντα ελεφαντόδοντα στην Ανατολή είναι τοπικής κατασκευής, και μάλιστα ότι στην πλειοψηφία τους είναι από την Παλαιστίνη και όχι από τη Συρία. Υπάρχουν διαφορετικές απόψεις, ωστόσο, τι ακριβώς αυτές οι αιγυπτιάζουσες επιρροές σημαίνουν. Υποστηρίζεται ότι είτε είναι ένδειξη για μια ισχυρή αιγυπτιακή παρουσία στη Χαναάν, είτε πως το καλλιτεχνικό ύφος συνδέεται σκόπιμα με τις πολιτικές καταστάσεις, όπου οι ντόπιοι άρχοντες επιθυμούν να επιδείξουν τις φιλικές διαθέσεις τους προς την αιγυπτιακή εξουσία²⁵². Επομένως, οι τοπικοί Παλαιστίνιοι τεχνίτες ιδιοποιήθηκαν αιγυπτιακά μοτίβα και υφολογικά πρότυπα, αλλά αυτά χρησιμοποιήθηκαν συχνά χωρίς κατανόηση και αποτέλεσαν, εν τέλει, μέρος ενός μεγαλύτερου, σχεδόν «διεθνούς» ύφους με επιρροές από την Ασσυρία, το Αιγαίο και την Κύπρο.

6.4 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στην Αίγυπτο

Η επεξεργασία του ελεφαντόδοντου από ελέφαντα και ιπποπόταμο φαίνεται να ήταν γνωστή στην Αίγυπτο από τη νεολιθική περίοδο και σταδιακά οι Αιγύπτιοι τεχνίτες ανέπτυξαν ιδιαίτερες δεξιότητες. Η επιλογή του υλικού μάλιστα κάλυπτε όλο το φάσμα δυνατοτήτων που προσέφερε η επιφάνεια του ελεφαντόδοντου για χρήση, ακόμα και ως βάση για να χρωματιστεί ή να ζωγραφιστεί, με κόκκινο κυρίως χρώμα, αλλά κάποιες φορές με σκοτεινό καστανό ή μαύρο, πιο σπάνια πράσινο²⁵³. Γενικότερα η σμίλευση των αντικειμένων στο ολόγλυφο και οι εγχάρακτοι ή ανάγλυφοι πίνακες είναι τεχνοτροπίες που έχουν τις απαρχές τους στην Αίγυπτο με ιδιαίτερη προτίμηση στην κατασκευή κοσμητικών κιβωτιδίων, διακοσμητικών ενθεμάτων για κρεβάτια και καρέκλες αλλά και χτενών, λαβών για καθρέπτες και όπλα κύρους, χρήσεις που εξακολούθησαν να υπάρχουν στην Μεσόγειο έως το τέλος της ΥΕΧ²⁵⁴. Σε ολόκληρη την ιστορία της αιγυπτιακής ελεφαντουργίας εντοπίζονται στοιχεία επεξεργασίας ελεφαντόδοντου από ελέφαντα και ιπποπόταμο, απουσιάζουν όμως στοιχεία για αντικείμενα κατασκευασμένα από δόντι κάπρου και κυρίως μαμούθ²⁵⁵.

Πρώτα στοιχεία για την επεξεργασία του ελεφαντόδοντου σώζονται από την Βαδάρια περίοδο (περ. 4500 π.Χ.), όπου ο τεχνίτης από το el-Badari της Άνω Αιγύπτου φαίνεται πως γνωρίζει να ακολουθεί το σχήμα του χαυλιόδοντα ιπποπόταμου, ώστε να κατασκευάσει ένα

252 Feldman 2009, 180.

253 Lucas 1948, 45.

254 Barnett 1984, 15; Rehak and Younger 1998a, 231.

255 Krzyszkowska and Morkot 2000, 320.

γυναικείο ειδώλιο σε στενή κατατομή²⁵⁶(**εικ.44**). Κατά την Νακάδα περίοδο χαρακτηριστικές είναι οι μορφές γυναικείων γυμνών μορφών και μετά το 4000 π.Χ. υπάρχουν οι πρώτες ενδείξεις συνδυασμών με άλλα υλικά, όπως το αργυρό μαχαίρι με λαβή από ελεφαντόδοντο από την el-Amra. Κατά το 3300 π.Χ. στην Γέρτζιο (Gerzean) περίοδο, εισάγεται η τεχνική της εγχάραξης με την επιφάνεια του υλικού να παίζει εικονιστικό ρόλο. Οι βασιλικοί τάφοι της 1^{ης} Δυναστείας στην Άβυδο, σημειώνουν μια νέα έκρηξη στην επεξεργασία, όταν χρησιμοποιήθηκαν για να διακοσμήσουν ή να προσομοιάσουν έπιπλα μινιατούρες²⁵⁷. Χαρακτηριστικό δείγμα, της πρώιμης επιρροής της ξένης εικονογραφίας στην αιγυπτιακή ελεφαντουργία αποτελεί η λαβή μαχαιριού από πυριτόλιθο που βρέθηκε στο Gebel el Arak της ύστερης προδυναστικής περιόδου, όπου η εικονογραφία του περιλαμβάνει μοτίβα από τη Μεσοποταμία, όπως ο Κύριος των Λεόντων (**εικ.45**). Το μαχαίρι ως εκ τούτου μπορεί να θεωρηθεί ένα από τα πρώτα παραδείγματα ενός «διεθνούς» ρυθμού στην επεξεργασία ελεφαντόδοντου²⁵⁸.

Στη δεύτερη ενδιάμεση περίοδο και στην περίοδο των Υκσώς (XV-XVII δυν, περ. 1675-1550 π.Χ.) φαίνεται να υπάρχει μια παύση –και οπωσδήποτε μια πτώση– στην παράδοση επεξεργασίας ελεφαντόδοντου, όπως άλλωστε χωρίς αμφιβολία και στα άλλα καλλιτεχνικά πεδία²⁵⁹. Κατά την 18^η δυναστεία μια άλλη τεχνική εμφανίστηκε με τη διαμόρφωση μεγαλύτερων αντικειμένων, από ότι ένας μόνο χαυλιόδοντας προσφέρει, ενώνοντας διαφορετικά τμήματα με πείρους. Αυτή η οικονομική τεχνική θα μπορούσε επίσης να είναι το αποτέλεσμα της έλλειψης προμηθειών²⁶⁰, η οποία θα προέκυπε από τις δυσχέρειες στο εμπόριο της προηγούμενης περιόδου ή από την προσπάθεια των τεχνιτών να καινοτομήσουν. Η ελεφαντουργία φαίνεται ότι έφτασε στο απόγειό της κατά τη διάρκεια της βασιλείας του φαραώ Amenophis III και του Τουταγχαμών γύρω στα τέλη της 18^{ης} δυν. Μάλιστα τα ευρήματα από τον τάφο του Τουταγχαμών (1332-1323 π.Χ.) υποδεικνύουν πως σχεδόν κάθε δυνατή τεχνική επεξεργασίας ήταν γνωστή και εφαρμόζονταν. Παρά το γεγονός ότι στον Τάφο του Huy, αντιβασιλέα του Τουταγχαμών, παρουσιάζονται Νούβιοι να προσφέρουν δώρα ως φόρο υποτέλειας, αλλά όχι ελεφαντόδοντο, το περιεχόμενο του Τάφου του Τουταγχαμών (1332-1323 π.Χ.) επιτρέπει την αναγνώριση πολλών από τα αντικείμενα που αναφέρονται στις επιστολές της Αμάρνα, και υποδεικνύουν πως σχεδόν κάθε δυνατή τεχνική επεξεργασίας του υλικού²⁶¹ ήταν

256 Patch 2012, 98.

257 Barnett 1984, 17-8.

258 Rehak and Younger 1998a, 231-2.

259 Barnett 1984, 19. Αν και αυτό μπορεί να οφείλεται στις μη καταγεγραμμένες ή στη διακοπή των καταγραφών αναφορικά με τις προμήθειες ελεφαντόδοντου, αλλά και άλλων εισαγμένων προϊόντων.

260 Barnett 1984, 13.

261 Σε δύο επιστολές γίνεται αναφορά για χρωματιστά ελεφαντόδοντα ως διακοσμητικά στοιχεία στο σχήμα φυτών για ενθέματα κουτιών και άλλων αντικειμένων, βλ. Simpson (2013, 258).

γνωστή και εφαρμόζονταν κατά το τελευταίο τέταρτο του 14^{ου} αι.²⁶². Το ελεφαντόδοντο χρησιμοποιήθηκε εκτενώς ως διακοσμητικά στοιχεία των επίπλων, όπως περίτεχνες καρέκλες και υποπόδια, πίνακες και κομμάτια παιχνιδιών, κιβώτια και μικρά προσωπικά αντικείμενα. Δοχεία, που προορίζονταν να περιέχουν χρυσά δαχτυλίδια, μπορούσαν να είναι κατασκευασμένα εξ ολοκλήρου από ελεφαντόδοντο, ενώ τα μεγάλα ζατρίκια συνδυάζονταν με αρκετά άλλα υλικά, όπως ξύλο κέδρου και έβενου²⁶³, χρυσό και ασήμι. Προσωπικά αντικείμενα από ελεφαντόδοντο περιλαμβάνουν βεντάλιες με φτερά στρουθοκαμήλου, προσκέφαλα, και πινακίδια για γραφή²⁶⁴.

Οι αλληλοεπιρροές που εμφανίζονται από τις απαρχές ακόμη της τέχνης και της ελεφαντουργίας ανάμεσα στην Αίγυπτο και τη Συρο-Παλαιστίνη αντανακλά και στην κατασκευή των κοσμητικών κιβωτιδίων στο σχήμα χήνας. Αν και μεγάλος αριθμός μικροτεχνίας έχει διασωθεί στην Αίγυπτο, στην υπόλοιπη ανατολική Μεσόγειο η τέχνη αυτή σταδιακά εμφανίζεται πολύ πιο συχνή και σημαντική. Παράλληλα με μια κάμψη στην παραγωγή αντικειμένων από ελεφαντόδοντο στην εποχή του φαραώ Ραμσή στην Αίγυπτο, όπως σημείωσε ο Liebowitz²⁶⁵, παρατηρείται αύξηση και υπεροχή στην παραγωγή της Παλαιστίνης. Τα αιγυπτιακά πρωτότυπα κοσμητικά αντικείμενα, άρπες, σκαμνιά, κυλινδρικά κουτιά, καρφίτσες, κουτάλια και κιβωτίδια χήνας, φαίνεται πως ήταν κατασκευασμένα από ξύλο με οστέινα ή ένθετα στοιχεία από ελεφαντόδοντο και έβενο. Τα αντίστοιχα παραδείγματα της Συρο-Παλαιστίνης ωστόσο, είναι εξ ολοκλήρου κατασκευασμένα από ελεφαντόδοντο, εκτός και αν από τα σωζόμενα αντικείμενα έχει καταστραφεί κάθε ίχνος του ξύλου που κάποτε έφεραν. Τα αντικείμενα αυτά κατασκευάζονταν κυρίως από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου, με εξαίρεση τα πινάκια που ήταν προορισμένα να διακοσμήσουν έπιπλα²⁶⁶.

Το ακατέργαστο και επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο, όπως καταγράφεται από τις επιστολές της Αμάρνα, διακινούνταν σε όλο το εύρος της ανατολικής Μεσογείου. Η Αίγυπτος φαίνεται να μην μονοπωλεί στις ιδέες και τις τεχνικές κατασκευής αντικειμένων που βρέθηκαν εκεί, παρόλη τη γνωστή εκλεπτυσμένη εικονογραφία, τα πλούσια βασιλικά εργαστήρια, τη συγκριτικά με άλλα μέρη καλύτερη διατήρηση του υλικού πολιτισμού λόγω περιβαλλοντικών συνθηκών, και την καλύτερα τεκμηριωμένη χρονολόγηση. Μεγάλος αριθμός επεξεργασμένων

262 Campbell 2006, 504.

263 Οι Αιγύπτιοι αγαπούσαν να συνδυάζουν το ελεφαντόδοντο με τον έβενο, ένα επίσης πολύτιμο υλικό που δεν συναντάται σε άλλες περιοχές του αρχαίου κόσμου, παρά σαν εισαγμένο προϊόν, βλ. Moorey (1999, 127).

264 Rehak and Younger 1998a, 231.

265 Ο Liebowitz (1987) στο άρθρο του παρουσιάζει τα παλαιστινιακά αντικείμενα από ελεφαντόδοντο ως αποδείξεις ενός υψηλού καλλιτεχνικού επιτεύγματος, ενώ έως τότε θεωρούνταν ως αποτέλεσμα πολιτιστικής παρακμής.

266 Bryan 1996, 54.

και μη αντικειμένων που βρέθηκαν στην πόλη Qau της Μέσης Αιγύπτου εμφανίζουν μια ξένη χροιά, καθώς παρουσιάζουν σκληρές ζώνες κατά το αιγαιακό και της Εγγύς Ανατολής ύφος, όπως είναι η σταυρωτή γραμμοσκίαση και η στικτή διακόσμηση²⁶⁷. Επιπλέον, διακοσμημένα έπιπλα με ελεφαντόδοντο μεταφέρθηκαν από την Ανατολία κατά τη διάρκεια της βασιλείας του Τούθμωση και των διαδόχων του.

6.5 Εργαστήρια επεξεργασίας ελεφαντόδοντου στην Κύπρο

Η Αλάσια, που οι ειδικοί θεωρούν ότι πρόκειται για την Κύπρο, απολάμβανε μια ακμάζουσα παράδοση ελεφαντουργίας κατά την YEX. Καθώς δεν διέθετε φυσικές πηγές, εισήγαγε ελεφαντόδοντο, και μερικές φορές στη συνέχεια το εξήγαγε, είτε ως τελικό αντικείμενο, είτε ως χαυλιόδοντα. Η Κύπρος καταγράφεται ως μέλος των χωρών που έστειλε χαυλιόδοντες ή αντικείμενα από ελεφαντόδοντο στην Αίγυπτο (EA 40), πιθανώς ως ένα είδος ανταλλάξιμων δώρων μεταξύ των ηγεμόνων²⁶⁸. Μεγάλο μέρος του ελεφαντόδοντου που ανακαλύφθηκε στο νησί είναι από δόντια ιπποπόταμου και τοποθετείται στην Υστεροκυπριακή II-III (περ. 1450 – 1050 π.Χ.). Τα συνήθη αντικείμενα της YK III περιλαμβάνουν κιβώτια, λαβές, και καθρέφτες (**εικ.46**). Σε αντίθεση με τη γειτονική Παλαιστίνη, στο νησί υπάρχουν πολλές ενδείξεις κατεργασίας ελεφαντόδοντου, όπως για παράδειγμα στο Κίτιο που βρέθηκε ακατέργαστο υλικό ιπποπόταμου και ελέφαντα, την Παλαίπαφο (Κούκλια), την Έγκωμη²⁶⁹, αλλά κυρίως στο Hala Sultan Tekke²⁷⁰. Στον τελευταίο αυτό οικισμό υπάρχουν πολλές ενδείξεις βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Αρκετοί χώροι έχουν αποκαλύψει κατεργασμένα και μη κομμάτια από χαυλιόδοντες ελεφάντων και ιπποπόταμων, γεγονός που υποδηλώνει ότι το ελεφαντόδοντο εισαγόταν από το εξωτερικό και γινόταν η τελική του επεξεργασία για τη δημιουργία αντικειμένων στο Hala Sultan Tekke. Τα περισσότερα από τα αντικείμενα από ελεφαντόδοντο που βρέθηκαν στο χώρο ήταν για προσωπική χρήση ή προορίζονταν ως ένθετα για έπιπλα και κιβωτίδια. Ένα κυκλικό καπάκι που βρέθηκε κατά τη διάρκεια των βρετανικών ανασκαφών, και βρίσκεται στο Εθνικό Μουσείο Κύπρου, είναι πολύ επιδέξια διακοσμημένο και παρουσιάζει ταύρο σε όψη τριών τετάρτων²⁷¹ (**εικ.47**). Ειδικότερα, τα καπάκια των πυξίδων που

267 Lilyquist 1998, 27- 30.

268 Krzyszkowska 1990, 19-29.

269 Στην έγκωμη ο Δικαίος (1969, 99-100) πρότεινε ότι υπήρχε εργαστήριο κοινής επεξεργασίας πέτρας και ελεφαντόδοντου βασισμένος στα ευρήματα κυλίνδρων ακατέργαστης πέτρας παράλληλα με απορρίματα από ελεφαντόδοντο. Οι τεχνίτες υπεύθυνοι για τη χάραξη ελεφαντόδοντου μπορεί να εργάζονταν επάνω στην πέτρα μιας και το ελεφαντόδοντο ήταν ακριβό υλικό και ίσως όχι πάντα άμεσα διαθέσιμο, βλ. Lafrenz (2004, 76).

270 Rehak and Younger 1998a, 246.

271 Cultures in Dialogue 2012, 61.

φέρουν σκηνές ζώων που μάχονται, θυμίζουν αντίστοιχα έργα στη Δήλο και στη Μεγιδδώ, όσον αφορά στην εγχάρακτη τεχνική και στο σχέδιο. Επιπλέον χαρακτηριστικό δείγμα επεξεργασίας αποτελούν τα εκλεπτυσμένα υστεροκυπριακά κωνικά ρυτά που σμιλεύονται στη μορφή των κοπήρων ιπποπόταμου. Τα αντικείμενα αυτά υποδεικνύουν την ικανότητα του τεχνίτη να αξιοποιεί τη μορφολογία του χαυλίου και να ελαχιστοποιεί την εργασία του²⁷².

Η βιομηχανία ελεφαντόδοντου άνθησε κατά τη YEX στην Κύπρο και τα εργαστήρια επεξεργασίας του υλικού απέδωσαν πλήθος αντικειμένων με αιγιακά και ανατολίτικα χαρακτηριστικά που υποδεικνύουν εξαγωγές των προϊόντων τους στη λεκάνη της Μεσογείου²⁷³ (εικ.48). Το συστηματικό εμπόριο μεγάλων αποστάσεων κορυφώθηκε κατά την ΥΜΙΙΑ και ΙΙΒ και εντός της κεντρικής Μεσογείου, διαρθρώνοντας μακρύτερα εμπορικά ταξίδια δυτικά προς την ιταλική χερσόνησο, τη Σαρδηνία και τη Σικελία. Ένα ενδιαφέρον είδος χτένας της ομάδας Frattesina ανακτήθηκε στην Έγκωμη, γεγονός που υποδηλώνει την αμοιβαιότητα στον τομέα των βιομηχανοποιημένων προϊόντων από ελεφαντόδοντο μεταξύ Ανατολής και Δύσης²⁷⁴.

272 Krzyszkowska 1990, πιν. 11.

273 Dothan 2006, 39.

274 Κάντα 2003, 25.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΟΙ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΤΗΤΕΣ ΚΑΙ ΤΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΩΣΤΕ ΝΑ ΕΠΙΛΕΓΕΙ ΓΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Οι ιδιαιτερότητες του ελεφαντόδοντου είναι λιγότερο καλά γνωστές και απαιτούν μεγαλύτερη και συνεχή διερεύνηση. Το ελεφαντόδοντο είναι η οδοντίνη κάποιων θηλαστικών, ένα από τα σκληρότερα και λευκότερα οργανικά υλικά που το παρέχουν οι ελέφαντες, οι ιπποπόταμοι, οι φάλαινες φουσητήρες, και θαλάσσιος ίππος, και το οποίο όπως όλοι οι χαυλιόδοντες είναι δόντια συνεχούς ανάπτυξης. Παρόλο που υπάρχουν ενδείξεις για την εκμετάλλευση και άλλων θηλαστικών και οστράκων (μαλάκια, οστά από οικόσιτα ζώα, κέρατα ελαφιού κ.ά) κατά την αρχαιότητα στη Μεσόγειο, στην παρούσα μελέτη εξετάζεται κυρίως το υλικό από ελέφαντα, ιπποπόταμο και κάπρο που ήταν πιο εύκολα διαθέσιμο την περίοδο εκείνη²⁷⁵.

Μέσα στην ιστορία, το ελεφαντόδοντο χρησιμοποιήθηκε από διάφορους πολιτισμούς για να δημιουργήσουν ποικίλα, θρησκευτικά, κοσμικά και χρηστικά αντικείμενα, ως κοσμήματα, ένθετα και διακοσμητικά κι ακόμα ως χρωστική, αν υποστεί καύση. Η δημοφιλία του εξηγείται λόγω του ελκυστικού του χρώματος, της λείας ημιδιαφανούς εμφάνισης και την ευκολία που μπορεί να στιλβωθεί, σμιλευτεί και χρωματιστεί. Επίσης για πολλούς πολιτισμούς η εξωτική του προέλευση το έκανε σημαντικό υλικό πολυτελείας με συμβολικό και μαγικό χαρακτήρα²⁷⁶. Το ελεφαντόδοντο, πρέπει να αγαπήθηκε ιδιαίτερα από τους καλλιτέχνες και τεχνίτες κυρίως εξαιτίας του σημαντικού χαρίσματός του να αποδίδει τη φωτεινότητα της ανθρώπινης σάρκας και δεν είναι λίγοι οι μύθοι που σχετίζονται με το λευκό, γαλακτώδες και συχνά υποκίτρινο χρώμα του. Ειδικότερα, ο χαυλιόδοντας του ελέφαντα δεν καλύπτεται από αδαμαντίνη αλλά από ένα εξωτερικό φλοιό, ο οποίος όταν στιλβωθεί μπορεί το χρώμα της επιφάνειάς του να κυμανθεί από ένα φωτεινό λευκό ως σε ένα υποκίτρινο, ροδαλό ή πρασινωπό²⁷⁷. Μπορούσε να συνδυαστεί με άλλα πολύτιμα υλικά, όπως την ορεία κρύσταλλο, το λάπις λάζουλι, τον άργυρο, τον έβενο, αλλά και μη πολύτιμα αγαθά όπως οστό, κέρατο, γυαλί και κοχύλια. Σε κάποιους λαούς, το

275 Lapatin 2001, 7.

276 Ward 2008, 298.

277 Τσώτα 2001, 80; Chaiklin 2010, 531.

ελεφαντόδοντο συχνά συνδυάζονταν με τον χρυσό για την κάλυψη αγαλματιδίων, αλλά πιο συχνά, όπως κρίνεται από ευρήματα και γραπτά κείμενα, χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή συνόλων, κυρίως επίπλων και μικρών τελετουργικών αντικειμένων, στρατιωτικών, μουσικών ή διακοσμητικών στοιχείων, όπως θρόνοι και κλίνες, κύπελλα και ράβδοι, σπαθιά και χαλινούς, φλάουτα και λύρες, λαβές καθρεπτών και πολλά άλλα²⁷⁸.

Πέρα από τον εξωτικό του χαρακτήρα, η ίδια η φύση του υλικού το έκανε τόσο επιθυμητό. Η μορφολογία του έπαιξε πολύ σημαντικό ρόλο για την επιλογή του και απαιτούνταν από τον τεχνίτη ιδιαίτερη εξοικείωση με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των πρώτων υλών και μια καλή δόση κοινής λογικής για την επεξεργασία. Σε κάποιες περιπτώσεις, ήταν δυνατόν να αποκλειστεί ένα συγκεκριμένο υλικό για λόγους μορφολογίας. Ένα κόκαλο αποδίδει ανεπαρκές στερεό υλικό για την κατασκευή ενός μεγάλου πλακιδίου ή να σμιλευτεί περιμετρικά. Το ελεφαντόδοντο είναι σκληρότερο και περισσότερο ομογενοποιημένο από το οστό και το κέρασ, και καθώς διαθέτει μεγαλύτερο μέγεθος, επιτρέπει μεγαλύτερο πεδίο εφαρμογής για την παραγωγή συμπλεγμάτων και υψηλά ανάγλυφα στα διακοσμημένα αντικείμενα. Η χημική του σύσταση επιπλέον, έχει ως αποτέλεσμα την αντίσταση στη φθορά²⁷⁹. Μετά την αφαίρεση της εξωτερικής επίστρωσης, η σκληρότητα του υλικού που παραμένει, είναι αντίστοιχη με εκείνη των λίθων μέσης σκληρότητας της κατηγορίας του ασβεστίτη, (π.χ. ασβεστόλιθος και μάρμαρο). Αυτή του η ιδιότητα δεν δυσκολεύει την επεξεργασία του, ιδιαίτερα όταν είναι φρέσκο και μαλακό. Τότε χαράζεται και λειαινείται εύκολα, καθώς οι πόροι του περιέχουν μια ελαιώδη ουσία που διευκολύνει τη σμίλευση και συνεισφέρει στην λαμπερή και διαφανή εικόνα που εμφανίζεται στο επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο²⁸⁰.

Τα βασικά στοιχεία που χαρακτηρίζουν το υλικό είναι η περιεκτικότητα σε οργανική ύλη, το πορώδες και χαμηλή κρυσταλλικότητα παράγοντες που το κάνουν ιδιαίτερα ανθεκτικό στη θραύση. Μάλιστα τα στοιχεία αυτά διαφοροποιούνται όχι μόνο σε σχέση με άλλα υλικά, όπως τα οστά και τα κέρατα, όσο και σε διαφορετικά σημεία μέσα στο ίδιο το δόντι. Το οργανικό περιεχόμενο των οστών και του ελεφαντόδοντου είναι συγκρίσιμο (20 – 30% κ.β.), αλλά το πορώδες του ελεφαντόδοντου είναι πολύ χαμηλότερο από εκείνο των οστών. Αυτός είναι ο κύριος λόγος που, όταν υγραθούν τα οστά και τα κέρατα στο νερό, καθίστανται πιο εύκαμπτα, αντίθετα, η ύγρανση του ελεφαντόδοντου έχει αμελητέα αποτελέσματα στο υλικό, πέρα από την εξωτερική επιφάνεια²⁸¹. Το πορώδες του υλικού είναι η αιτία που μπορεί να

278 Lapatin 2001, 4-5.

279 Krzyszkowska and Morkot 2000, 321; Eckardt 2014, 98.

280 Moorey 1999, 116; Doniert 1994, 73.

281 Heckel 2015, 6.

χρησιμοποιηθεί ως βάση χρωματισμού από λαμπερά χρώματα²⁸². Σε κάποιες περιπτώσεις είχε προτιμηθεί το οστό καθώς εκτός από τις φυσικές του ιδιότητες, ήταν οικονομικότερο υλικό. Σε περιόδους που η παροχή του ελεφαντόδοντου ήταν άφθονη, τα δύο υλικά συχνά χρησιμοποιήθηκαν μαζί, το ελεφαντόδοντο στις πιο ορατές όψεις και τα οστά στις εσωτερικές επιφάνειες ή σε σημεία όπου είναι πιο πιθανό να προκληθεί φθορά. Οι κεφαλές των ακίδων ή πείρων συνήθως κατασκευάζονταν από ελεφαντόδοντο ενώ οι άξονες ή στελέχη από οστά λόγω της μεγαλύτερης τους ελαστικότητας και αντοχής στην κάμψη²⁸³.

Αν και από την φύση του δεν προσφέρεται σε εξαιρετικά μεγάλα μεγέθη, μπορεί να διακοσμήσει μεγάλες επιφάνειες με την προσθήκη διάφορων τμημάτων εφόσον τα «νερά» της επιφανείας τους είναι συνήθως αδιόρατα. Επίσης, το μεγαλύτερο τμήμα του υλικού έχει την ίδια εξαιρετική ποιότητα, αφού μόνο το ένα τρίτο του δοντιού βρίσκεται στα φατνία²⁸⁴. Οι χαύλιοι του κάπρου αν και είναι σχετικά σκούροι στο χρώμα και μοιάζουν περισσότερο με οστό, είναι πιο λαμπεροί και εύκολοι στην κοπή τους σε μικρά κομμάτια. Η μικρή τους επιφάνεια ωστόσο, οδήγησε τους τεχνίτες, αλλά και τους πελάτες, να στραφούν στην εξεύρεση άλλων πηγών. Οι χαυλιόδοντες του ελέφαντα αποτέλεσαν την προτιμώμενη μορφή ελεφαντόδοντου για την κατασκευή μεγαλύτερων αντικειμένων, καθώς μεγαλύτερα συμπαγή επίπεδα τεμάχια μπορούσαν να κοπούν από τους ακατέργαστους χαυλιόδοντες. Ο χαυλιόδοντας του ιπποπόταμου είναι σκληρότερος από κάθε δόντι, πιο λευκός, πυκνότερος και για αυτό το λόγο όμως και πιο ακριβός. Διατηρεί τη λευκότητά του στο χρόνο και δεν αλλάζει χρώμα όταν κόβεται ή στιλβώνεται²⁸⁵. Καθώς είναι δύσκολο να επεξεργαστεί σε μεγάλο ποσοστό στην επιφάνεια της αδαμαντίνης, η καμπυλότητα του δοντιού και η κεντρική του κοιλότητα, πιθανόν να προτιμήθηκε εκεί που ήταν ευρύτερα διαδεδομένο και οι ντόπιοι τεχνίτες είχαν την κατάλληλη τεχνογνωσία επεξεργασίας²⁸⁶. Το αφρικανικό ελεφαντόδοντο είναι υψηλότερης ποιότητας, πιο σκληρό και πιο λαμπερό. Έχει επίσης την τάση να διατηρεί το κιτρινωπό-λευκό του χρώμα καλύτερα καθώς παλιώνει. Το ινδικό ελεφαντόδοντο, από την άλλη πλευρά, είναι πιο λευκό, μαλακότερο και πιο αδιαφανές, με την τάση να αποχρωματίζεται και να δέχεται λιγότερη στίλβωση από το αφρικανικό ελεφαντόδοντο. Όταν εκτίθεται στο φως τείνει να γίνεται θαμπό στην εμφάνιση, ενώ το αφρικανικό ελεφαντόδοντο συχνά εμφανίζει τη λάμψη της πορσελάνης. Η εμφάνιση ενός τμήματος σε τομή είναι κρεμώδης με μια μαλακή λάμψη. Όπως και στο ελεφαντόδοντο του αφρικανικού ελέφαντα, η διαμήκης τομή του ινδικού ελεφαντόδοντου

282 Chaiklin 2010, 531.

283 Stern and Thimme 2007, 14-6.

284 Τσώτα 1999, 81.

285 Tripathi and Godfrey 2007, 335.

286 Moorey 1999, 115.

παρουσιάζει επίσης τις χαρακτηριστικές ευθείες γραμμές και μακρά, λεπτά παράλληλα γαλακτώδη σύννεφα²⁸⁷. Άλλοι παράγοντες που έπαιξαν επίσης ρόλο στην επιλογή των υλικών ήταν η δυνατότητα σχεδιασμού. Το μεγαλύτερο πάχος του ελεφαντόδοντου επιτρέπει την εκμετάλλευσή του για αρχιτεκτονικά μοτίβα και χαμηλά ανάγλυφα, ιδίως σε αντικείμενα που δεν θα μπορούσαν να διακοσμηθούν με άλλο τρόπο όπως τα οστά²⁸⁸.

Μεγάλο μειονέκτημα του χαυλιόδοντα αποτελεί το γεγονός ότι κάποια σημεία του είναι περισσότερο ευαίσθητα και μπορεί να καταστραφούν ή να αφυδατωθούν. Επίσης σημεία όπως η κορυφή του δοντιού, συχνά εμφανίζουν ρωγμές, με αποτέλεσμα να είναι γενικά ανίκανα να σμιλευτούν, όπως συμβαίνει και στην επιφάνεια της αδαμαντίνης. Γι αυτό το λόγο, τέτοια σημεία απομακρύνονται από την αρχή²⁸⁹. Καθώς είναι σκληρό υλικό αντέχει σε οποιαδήποτε επεξεργασία. Μπορεί να θερμανθεί, να εμποτιστεί, να κοπεί σε μικρά τεμάχια, να πριονιστεί, να σκαλιστεί, να χαραχθεί, και να χρησιμοποιηθεί ως υπόστρωμα. Το ελεφαντόδοντο είναι αρκετά ελαστικό και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μαστίγια και είναι λιγότερο πιθανό να σπάσει από τα οστά. Είναι ευλύγιστο και όμορφο με έναν τρόπο που κανένα άλλο υλικό δεν είναι, είτε φυσικό είτε κατασκευασμένο. Αυτή η ευελιξία σε συνδυασμό με την ομορφιά του σμιλεμένου ελεφαντόδοντου αποτελεί το κλειδί για την σημασία του ελεφαντόδοντου ως παγκόσμια εμπορεύσιμο αγαθό από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα²⁹⁰.

287 Tripathi and Godfrey 2007, 335.

288 Stern and Thimme 2007, 14-6.

289 Lapatin 2001, 8.

290 Chaiklin 2010, 531.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΩΝ ΧΑΥΛΙΟΔΟΝΤΩΝ

Ο όρος «ελεφαντόδοντο» αν και είναι συνυφασμένος με το χαυλιόδοντα του ελέφαντα αναφέρεται στην πραγματικότητα σε ένα τροποποιημένο είδος οδοντίνης που συναντάται σε συγκεκριμένους τύπους δοντιών διαφόρων ζώων, συνήθως σε ζεύγη χαυλίων που εξέχουν από το στόμα προσαρμοσμένα να εξασφαλίζουν τροφή, αλλά επιπλέον για επίθεση και προστασία²⁹¹. Ουσιαστικά, η χημική δομή των δοντιών και των χαυλιόδοντων των θηλαστικών είναι η ίδια ανεξάρτητα από το είδος προέλευσης²⁹². Τα δόντια είναι εξειδικευμένες δομές προσαρμοσμένες για τη μάσηση τροφίμων, ενώ οι χαυλιόδοντες, οι οποίοι είναι εξαιρετικά μεγάλα προεξέχοντα δόντια, έχουν εξελιχθεί διαφορετικά και προσδίδουν σε ορισμένα είδη ένα εξελικτικό πλεονέκτημα. Δόντια και χαυλιόδοντες έχουν την ίδια φυσική δομή που συντίθεται από την πολφική κοιλότητα, την οδοντίνη, την οστεΐνη και την αδαμαντίνη (ή σμάλτο). Η εσώτατη περιοχή είναι η πολφική κοιλότητα που είναι ένας κενός χώρος μέσα στο δόντι που διαμορφώνεται με το σχήμα του πολφού²⁹³.

Η οδοντίνη είναι ένας ανοργανοποιημένος συνδετικός ιστός με μια οργανική μήτρα από πρωτεΐνες κολλαγόνου. Παρά το γεγονός ότι έχει κατά ένα μεγάλο μέρος τα ίδια χημικά στοιχεία με τα οστά, η οδοντίνη έχει μια μάλλον διαφορετική δομή. Περιέχει μικροσκοπικά κανάλια, που ονομάζονται οδοντικά σωληνάκια, τα οποία διατρέχουν τη μάζα της οδοντίνης σιγμοειδώς προς τα εξωτερικά της σύνορα με την οστεΐνη. Αυτά τα κανάλια έχουν διαφορετική διαμόρφωση σε διαφορετικά ελεφαντόδοντα και η διάμετρος τους κυμαίνεται μεταξύ 0,8 και 2,2 microns. Το μήκος των σωληναρίων υπαγορεύεται από την ακτίνα του χαυλιόδοντα²⁹⁴. Τα κύτταρα τα οποία ανοργανοποιούν την οδοντίνη δεν ενσωματώνονται εντός του ιστού, όπως στα οστά, αλλά αντ' αυτού, παρατάσσονται στην αυξανόμενη επιφάνεια της οδοντίνης, αφήνοντας μόνο μακριές διεργασίες να εκτείνονται μέσα στον ανοργανοποιημένο ιστό. Αυτό δίνει στην οδοντίνη, και ως εκ τούτου στο ελεφαντόδοντο, μια ακυτταρική, πρισματική δομή²⁹⁵. Η οδοντίνη απαντάται σε όλα τα δόντια, συμπεριλαμβανομένων εκείνων του θαλάσσιου ίππου, του ιπποπόταμου και της φάλαινας φουσητήρα, και αποτελείται από οργανικά και ανόργανα συστατικά. Κάθε τύπος

291 Burack 1984, 28.

292 Αυτή η ανόργανη σύσταση εξαρτάται από τη διατροφή του θηλαστικού σε μεγάλο βαθμό, αλλά και την ηλικία, το βίोटπο, και το μεταβολισμό του. Επιπλέον, είναι σταθερή μετά το σχηματισμό της και δεν υπόκειται σε αλλαγές ή αναδιαμόρφωση, όπως συμβαίνει στα οστά, βλ. Raubenheimer (1999, 63).

293 Espinoza and Mann 1999, 4.

294 Espinoza and Mann 1999, 4.

295 O' Connor 1987, 3. Σχετικός με την οδοντίνη, αλλά απίθανο να βρεθεί στα επεξεργασμένα αντικείμενα είναι ένας άλλος ιστός που ονομάζεται οστεοδοντίνη. Αυτός μοιάζει με την οδοντίνη, αλλά έχει έναν ανοργανοποιημένο ιστό με μια δομή που οργανώνεται με σφιχτά τοποθετημένους σωλήνες.

ελεφαντόδοντου έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και διακριτές διαδικασίες μέσω των οποίων σχηματίζεται η οδοντίνη²⁹⁶. Τα κύτταρα που είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό της είναι οι οδοντοβλαστοί. Αυτοί διατρέχουν την πολφική κοιλότητα και κατευθύνονται προς τον άξονα του χαυλιόδοντα, επικαθίζοντας υλικό στην πορεία τους και σχηματίζοντας μια κυτταροπλασματική επέκταση. Η οδοντίνη ορυκτοποιείται γύρω από την επέκταση αυτή, έτσι ώστε να σχηματίζεται το ελεφαντόδοντο²⁹⁷.

Εξωτερικά της οδοντίνης βρίσκεται το στρώμα οστεΐνης, ένας λιγότερο ανοργανοποιημένος ελαστικός ιστός που προσομοιάζει περισσότερο στα οστά και στην επιφάνειά του παρατηρούνται συνήθως ραβδώσεις. Η οστεΐνη σχηματίζει ένα στρώμα που περιβάλλει την οδοντίνη των ριζών των δοντιών και των χαυλιοδόντων και η κύρια λειτουργία της είναι να προσκολλά τη ρίζα του δοντιού και του χαυλιόδοντα στα οστά της άνω και κάτω γνάθου²⁹⁸. Η αδαμαντίνη ή σμάλτο είναι ο σκληρότερος ζωικός ιστός, καλύπτει την επιφάνεια του δοντιού με τη μορφή πρισμάτων που τρέχουν κάθετα στην επιφάνεια της οδοντίνης και δέχεται την πιο μεγάλη φθορά στην κορυφή ή άκρη του χαυλιόδοντα. Τα κύτταρα που είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό της αδαμαντίνης ονομάζονται αμελοβλάστες. Οι σχηματισμοί των πρισμάτων αδαμαντίνης μπορούν να έχουν τόσο ταξινομική²⁹⁹ όσο και εξελικτική σημασία³⁰⁰. Πολλές μορφές ελεφαντόδοντου, ωστόσο, καλύπτονται με μικρή ή καθόλου επιφάνεια αδαμαντίνης. Η αδαμαντίνη είναι σχεδόν καθαρός υδροξυαπατίτης³⁰¹ (ανθρακικός απατίτης), δεν περιέχει κολλαγόνο αλλά ένα μικρό συστατικό άλλης πρωτεΐνης, και αποτελεί το σκληρότερο ιστό των θηλαστικών ($6^{1/2}$ στην κλίμακα Mohs). Τα διαφορετικά ποσοστά ανθρακικών που περιέχει εξηγούν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά κρυσταλλικότητας μεταξύ οστεΐνης, οδοντίνης και αδαμαντίνης. Ο απατίτης με μικρότερο ποσοστό ανθρακικών (αδαμαντίνη) χαρακτηρίζεται από καλύτερη κρυσταλλικότητα (μεγαλύτερο μέγεθος κρυστάλλων) σε σχέση με τον απατίτη με μεγαλύτερο ποσοστό ανθρακικών (οστό, οδοντίνη) που εμφανίζει μικρότερη κρυσταλλικότητα³⁰². Με βάση τα μορφολογικά χαρακτηριστικά και τις δομικές διαφορές στο σχηματισμό της οδοντίνης είναι δυνατόν να γίνει διάκριση μεταξύ ελεφαντόδοντου ελέφαντα

296 Tripathi and Godfrey 2007, 332.

297 Espinoza and Mann 1999, 4; Raubenheimer 1999, 62; Lafrenz 2004, 13.

298 Espinoza and Mann 1999, 4.

299 Η επιστήμη της ταξινόμησης και ονομασίας των οργανισμών σε ένα μεθοδικό σύστημα που προορίζεται να επισημαίνει τις φυσικές τους σχέσεις, ειδικά τις εξελικτικές, βλ. Vargas (2014).

300 Espinoza, Mann 1992, 6; MacGregor 1985, 15.

301 Καλονάκης 2007, 15. Η ονομασία του προέρχεται από τη λέξη απατώ, λόγω της σύγχυσης που υπήρχε σχετικά με την δομή του, και της ομοιότητας του με άλλα χημικά είδη, όπως ο βερύλιος και ο τουρμαλίνης. Από βιολογικής άποψης, αποτελεί ένωση με μεγάλο ενδιαφέρον, μιας και συνιστά το κύριο ανόργανο συστατικό των οστών, αλλά και των δοντιών πολλών σπονδυλωτών οργανισμών.

302 O' Connor 1987, 3; Bracco et al. 2013, 242.

και ιπποπόταμου, όμως δεν είναι δυνατό να γίνει διάκριση ανάμεσα στα είδη του ελέφαντα ή να αναγνωριστεί η προέλευση του, ακόμα και με τη χρήση των περισσότερων αναλυτικών μεθόδων³⁰³.

8.1 Οι χαυλιόδοντες του ελέφαντα και των μαμούθ

Οι χαυλιόδοντες του ελέφαντα είναι μόνιμα δόντια συνεχούς ανάπτυξης, και πιο συγκεκριμένα, είναι οι άνω κοπήρες ή ειδικότερα οι «τροποποιούμενοι προγναθικοί πλευρικοί κοπήρες» των εξαφανισμένων και των ζωντανών ειδών που ονομάζονται προβοσκιδοειδή³⁰⁴. Είναι βαθιά ενσωματωμένοι στην άνω γνάθο και το κρανίο παρέχοντας με αυτό τον τρόπο μια ισχυρή «άγκυρα» χρήσιμη για ανυψωτικούς σκοπούς, καθώς και για την επίτευξη της πρωτογενούς απαίτησης της στήριξης του βάρους των ίδιων των χαυλιόδοντων³⁰⁵. Κάθε χαυλιόδοντας αντικαθιστά ένα δόντι που πέφτει όταν ο ελέφαντας είναι από έξι μηνών έως ένα έτος και ονομάζεται «*tush*». Οι χαυλιόδοντες αυξάνουν σε μέγεθος ανάλογα με την ηλικία ή ακόμα και το φύλο, το βιότοπο, καθώς και το είδος του θηλαστικού³⁰⁶. Οι χαυλιόδοντες του αφρικανικού ελέφαντα είναι γενικότερα μεγαλύτεροι από εκείνους του ασιατικού είδους και μπορεί να φθάσουν έως και τα 3,5 μ. Σε γενικές γραμμές, τα αρσενικά έχουν μεγαλύτερους χαυλιόδοντες από τα θηλυκά της ίδιας ηλικίας³⁰⁷. Σε διατομή οι χαυλιόδοντες των προβοσκιδοειδών είναι στρογγυλεμένοι ή ωοειδείς³⁰⁸. Η περίμετρος του αρσενικού χαυλιόδοντα αυξάνει συνεχώς, ενώ για το θηλυκό παύει, όταν φθάνει στην ηλικία των 30-35 ετών. Ένας άλλος λόγος για τις διαφορές στο μέγεθος ενός χαυλιόδοντα είναι ότι οι ελέφαντες είναι «δεξιόδοντες» ή «αριστερόδοντες», έτσι ώστε κάποιος να χαρακτηρίζεται ως χαυλιόδοντας εργασίας και, κατά συνέπεια, να γίνεται ελαφρά μικρότερος εξαιτίας της μεγαλύτερης χρήσης του από το ζώο³⁰⁹.

Από το ορατό μέρος του χαυλιόδοντα που εξέρχεται από τη γνάθο, το κοίλο εσωτερικά τμήμα είναι σχεδόν το ένα τρίτο ή και το μισό σε έκταση πλησιέστερα προς το κεφάλι και περιέχει τα νεύρα και το θρεπτικό πολφικό ιστό³¹⁰. Δεδομένου ότι ο χαυλιόδοντας συνεχίζει να αυξάνεται σε όλη τη διάρκεια ζωής του ελέφαντα, η κοιλότητα του πολφού παραμένει ευρέως

303 Hornbeck 2016, 2.

304 Espinoza and Mann 1999, 10.

305 Burack 1984, 16.

306 Krzyszkowska 1990, 33; Raubenheimer 1999, 57.

307 Burack 1984, 16.

308 Espinoza and Mann 1999, 10.

309 Krzyszkowska 1990, 51.

310 Burack 1984, 16.

ανοιχτή.³¹¹ Το εγγύς άκρο καλύπτεται από ένα ραβδωτό οστέινο υλικό. Η συμπαγής κορυφή (ή απώτατο άκρο) που καλύπτεται με μία λεία εξωτερική επιφάνεια, την αδαμαντίνη (ή σμάλτο) στα νεαρά ζώα, σύντομα φθείρεται και δεν αντικαθίσταται³¹² (**εικ.49**).

Η σειρά εναποθέσεων που σχηματίζουν το ελεφαντόδοντο μεταφέρεται από το θρεπτικό σύστημα του ελέφαντα στον χαυλιόδοντα. Εξειδικευμένα κύτταρα στην πολφική κοιλότητα εκκρίνουν μια λεπτή μήτρα από ίνες κολλαγόνου, οι οποίες τελικά σκληραίνουν και σχηματίζουν την οδοντίνη³¹³. Κατά τη διάρκεια του σχηματισμού της πάνω από 45 κύρια στοιχεία και ιχνοστοιχεία ανταγωνίζονται μεταξύ τους για την ενσωμάτωση (**πίν.2**). Αυτή η διαδικασία επεκτείνεται ακτινικά σε τρεις διαστάσεις κατά μήκος των χιλιάδων σωληναρίων οδοντίνης που συνιστούν το αγγειακό σύστημα του χαυλιόδοντα³¹⁴ και παραμένουν μετά την υποχώρηση των κυτταρικών διαδικασιών, όταν η οδοντίνη αυξάνει. Υπάρχουν διαμήκεις ασυνέχειες, επίσης. Ο χαυλιόδοντας μεγαλώνει με την εναπόθεση οδοντίνης στρώμα γύρω από το εσωτερικό της κωνικής πολφικής κοιλότητας³¹⁵, και αυτή η διαστρωμάτωση είναι που παράγει μια κωνική δομή μέσα στην οποία το υποβαθμισμένο ελεφαντόδοντο τείνει να ραγίσει. Μπορεί επίσης να ραγίσει κατά μήκος των ακτινικών ασυνεχειών, παράγοντας σειρές από κύβους και πρίσματα³¹⁶.

Τα λεπτά σωληνάκια που κατευθύνονται έξω από την κοιλότητα του πολφού, τόσο σε δεξιόστροφες όσο και αριστερόστροφες κατευθύνσεις δημιουργούν καμπύλους σχεδιασμούς, που ονομάζονται ραβδώσεις Retzius³¹⁷, και συνήθως είναι ορατές στην εγκάρσια τομή του χαυλιόδοντα. Αυτές οι εναλλασσόμενες καστανές και κιτρινωπές τοξοειδείς γραμμές διασταυρώνονται δημιουργώντας ρομβοειδείς σχεδιασμούς και είναι υπεύθυνες για την λεπτότητα και την ευκαμψία του υλικού. Ανάλογα με το είδος του ελέφαντα διαμορφώνονται διαφορετικοί τύποι γραμμών και γωνιών, και πιο συγκεκριμένα στον αφρικανικό ελέφαντα σχηματίζεται γωνία 118°, ενώ στον ινδικό 123⁰³¹⁸. Διακεκομμένοι ωοειδείς ομόκεντροι αυξητικοί δακτύλιοι που είναι ελαφρώς πιο σκούροι, ονομάζονται γραμμές του Owen³¹⁹, και απέχουν

311 MacGregor 1985, 17.

312 Krzyszkowska 1990, 33-34; Raubenheimer 1999, 59; Espinoza and Mann 1999, 10.

313 Η οδοντίνη στους χαυλιόδοντες του ελέφαντα είναι ουσιαστικά μια εναπόθεση βιολογικού απατίτη σε οργανική μήτρα ανοργανοποιημένου συνδετικού ιστού, και συνθέτει το 95% του χαυλιόδοντα.

314 Raubenheimer 1999, 63; Espinoza 1999, 5; Lapatin 2001, 8.

315 Η άκρη της κωνικής πολφικής κοιλότητας γίνεται στερεά καθώς οι διαδικασίες της εναπόθεσης της οδοντίνης και η επιμήκυνση του εγγύς άκρου συμπίπτει με κίνηση προς τα εμπρός και επιμήκυνση του χαυλιόδοντα. Raubenheimer 1999, 62.

316 O' Connor 1987, 5

317 Bracco et al. 2013, 241. Οι χαρακτηριστικές ραβδώσεις έχουν χαρακτηριστεί στη γεμολογική βιβλιογραφία ως «ραβδώσεις του Retzius» ή «γραμμές Schreger», όπως περιγράφηκαν από τον B.Schreger το 1800.

318 Banerjee et al. 2008c, 69.

319 Ο Sir Richard Owen (1856) περιέγραψε τη διακριτή δομή του ελεφαντόδοντου ως: Εγκάρσιες τομές ή κατάγματα δείχνουν γραμμές διαφορετικών χρωμάτων ή ραβδώσεων σαν συνεχιζόμενα τόξα κύκλου, διαμορφωμένα από τους λεπτούς χιασμούς των καμπυλόγραμμων ρομβοειδών διαστημάτων τους, βλ. Moorey,

μεταξύ τους περίπου 1 εκ. Είναι παρόμοιοι με τους δακτυλίους των δέντρων, και αντιπροσωπεύουν 6-8 χρόνια της ανάπτυξης χαυλιόδοντα. Η τακτική αύξηση του χαυλιόδοντα σχηματίζει μια σειρά στρωμάτων οδοντίνης που ονομάζονται lamellae. Η απόθεση κάθε στρώματος οδοντίνης είναι συχνά ορατή ως ομόκεντροι ωοειδείς δακτύλιοι επί της επιφανείας των τελικών αντικειμένων. Σε διαμήκη τομή, εμφανίζονται ως τέλεια, λεπτά, ομαλά στρώματα που τρέχουν παράλληλα προς την επιφάνεια της πολφικής κοιλότητας³²⁰ (εικ.50).

Οι πρόγονοι των ελεφάντων, τα μαμούθ, ήταν μεγαλύτερα ζώα, οπότε και οι χαυλιόδοντές τους ήταν μεγαλύτεροι, βαρύτεροι και περισσότερο κυρτοί προς τα επάνω. Παρόλο που οι χαυλιόδοντες των εξαφανισμένων ζώων έχουν αλλάξει σημαντικά στη σύνθεση και την εμφάνισή τους, ο όρος «απολιθωμένο» ελεφαντόδοντο είναι στην ουσία λανθασμένος. Οι περισσότεροι από αυτούς τους χαυλιόδοντες δεν έχουν ακόμη υποστεί ουσιαστική φυσική μετατροπή που συνεπάγεται ορυκτοποίηση. Σε εγκάρσια τομή εμφανίζουν την ίδια ενδιαφέρουσα δομή που περιγράφεται παραπάνω για τους σύγχρονους ελέφαντες. Ο Penniman³²¹ (1952) ισχυρίστηκε πως το διατηρημένο ελεφαντόδοντο από μαμούθ διαφοροποιείται από τον σύγχρονο ελέφαντα που εμφανίζει αμβλείες γραμμές, χάρη στις λεπτές γραμμές που τέμνονται σε πιο οξείες γωνίες (73°). Επιπλέον επισήμανε πως αυτές οι λεπτές και κοντινές μεταξύ τους γραμμές έχουν ως αποτέλεσμα την μεγάλη καμπυλότητα του χαυλιόδοντα των μαμούθ³²². Το ακριβές πορώδες του ελεφαντόδοντου από μαμούθ είναι δύσκολο να εκτιμηθεί, καθώς δεν μπορεί να αναλυθεί κανένα απολύτως φυσικό σύγχρονο δείγμα. Καθώς το ελεφαντόδοντο είναι στερεά οδοντίνη και το μαμούθ αποτελείται από συγκριτικά τέλεια σωληνάκια, μπορεί να θεωρείται ότι τουλάχιστον είναι λιγότερο πορώδες από τα κέρατα και τα οστά³²³.

Σχεδόν ολη η ποσότητα από ελεφαντόδοντο μαμούθ προέρχεται από τη Σιβηρία και είναι καλά διατηρημένη λόγω του παγετού. Γενικά το ακατέργαστο υλικό από μαμούθ της Σιβηρίας περιλαμβάνει τις εξής τρεις ποιότητες του ελεφαντόδοντου: καλύτερη ποιότητα Α (λευκό και καλής κατάστασης), δεύτερη ποιότητα Β (κίτρινο και ελαφρώς αποσαθρωμένο), και το τρίτης ποιότητας C (καφέ και εξαιρετικά αποσαθρωμένο). Το χρώμα και η ποιότητα των χαυλιόδοντων από μαμούθ αλλάζει λόγω της διαγένεσης και υδρόλυσης που συμβαίνει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Αποδείχθηκε με χημικές και φασματοσκοπικές έρευνες ότι το

(1999, 116); Mac Gregor 1985, 17.

320 Lapatin 2001, 8; Stern Thimme 2007, 16-7; Espinoza and Mann 1999, 5.

321 Βλ. Penniman (1952, 4-40).

322 Burack 1984, 16; MacGregor 1985, 17; Bracco et al. 2013, 242.

323 Heckel 2015, 6.

χρώμα και η ποιότητα του υλικού αλλάζει λόγω απώλειας των βασικών χημικών συστατικών του, π.χ. άνθρακα, αζώτου και θείου, ενώ παρόμοιες διαδικασίες αποσάθρωσης συμβαίνουν και στα οστά³²⁴.

8.2 Οι χαυλιόδοντες του ιπποπόταμου

Οι μεγάλοι άνω και κάτω κοπτήρες και κυνόδοντες είναι τα δόντια που χρησιμοποιούνται για ελεφαντόδοντο από ιπποπόταμο και το μέγεθός τους ποικίλλει επίσης με την ηλικία και το φύλο. Εμπεριέχονται εξ ολοκλήρου εντός του μεγάλου στόματος, και ως εκ τούτου δεν μπορούν να γίνουν ορατά αν οι μεγάλες σιαγόνες του θηλαστικού δεν ανοίξουν διάπλατα. Το θηλαστικό δεν χρησιμοποιεί τους κοπτήρες και τους κυνόδοντες για τη διατροφή του, αλλά μάλλον για την προστασία του, ιδίως δεδομένου ότι η κάτω κυνόδοντες μπορεί να πλησιάσουν σε μέγεθος τους χαυλιόδοντες του ελέφαντα³²⁵. Οι κοπτήρες στην κάτω γνάθο είναι μεγαλύτεροι, μπορεί να φθάσουν στα 17 εκ. σε μήκος από το ούλο, και 6 εκ. σε διάμετρο και προβάλλουν προς τα έξω και ελαφρώς προς τα πάνω. Οι εξωτερικοί κοπτήρες και στις δύο γνάθους είναι μεγαλύτεροι από τους εσωτερικούς κοπτήρες. Έχουν αμβλέα άκρα, αλλά οι μικροί κοπτήρες έχουν μια πιο έντονη φθορά στην απώτερη επιφάνεια **(εικ.51)**. Οι κοπτήρες είναι ευθείς και έχουν μια υπο-κυκλική διατομή και μια κωνική πολφική κοιλότητα που καταλαμβάνει το εγγύς άκρο του χαυλιόδοντα. Τα lamellae των κοπτήρων του ιπποπόταμου συχνά μοιάζουν κυματοειδή και διακεκομμένα, αντίθετα από τα κανονικά, πολύ ομαλά στρώματα της οδοντίνης του ελέφαντα. Σε εγκάρσια τομή, τα στρώματα οδοντίνης των κοπτήρων είναι τοποθετημένα σε ένα υπο-κυκλικό μοτίβο που αντιστοιχεί στο σχήμα του ίδιου του χαυλιόδοντα. Στο κέντρο βρίσκεται μια γραμμή, χαρακτηριστικό που σχετίζεται με τη διαμόρφωση της οδοντίνης και σε διαμήκη τομή φαίνεται ως μια σειρά από τελείες που τρέχουν δίπλα από τα lamellae³²⁶ **(εικ.52)**.

Οι άνω κυρτοί κυνόδοντες του ιπποπόταμου σε διατομή είναι ωσειδείς έως στρογγυλεμένοι. Έχουν μια βαθιά διαμήκη χάραξη που εκτείνεται κατά μήκος του δοντιού στην εσωτερική του επιφάνεια. Μια ευρεία διαμήκης ζώνη αδαμαντίνης καλύπτει περίπου τα δύο τρίτα της επιφάνειας του δοντιού. Αυτή η ζώνη αδαμαντίνης συχνά αφαιρείται κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας. Η επιφάνεια η οποία δεν είναι επικαλυμμένη με αδαμαντίνη, εμφανίζει ένα πολύ λεπτό στρώμα οστεΐνης το οποίο επίσης απομακρύνεται κατά την επεξεργασία. Η ενδιάμεση ζώνη στον άνω κυνόδοντα παρουσιάζεται ως μια κυρτή ή μια

324 Banerjee 2008, 53.

325 Burack 1984, 33; Lafrenz 2004, 16.

326 Krzyszkowska 1988, 213-4; Espinoza and Mann 1999, 20; Kingdon and Hoffmann 2013, 69.

ευρέως τοξωτή γραμμή³²⁷. Οι κάτω κυνόδοντες είναι πολύ κυρτοί, και αποτελούν τα μεγαλύτερα δόντια του θηλαστικού. Ένας μεγάλος φυλετικός διμορφισμός επηρεάζει τους κυνόδοντες, έτσι ώστε οι κάτω κυνόδοντες στα αρσενικά μπορεί να ζυγίζουν μέχρι και 1,5 κιλ. και να φθάνουν ως 30 εκ. σε μήκος, με ένα πιθανό ανώτερο όριο 70 εκ. που οφείλεται στο μέγιστο μήκος της ρίζας περίπου στα 40 εκ.³²⁸. Διαθέτουν πολφική κοιλότητα στο εγγύς άκρο και σε τομή είναι τριγωνικοί, με τρεις όψεις διαφορετικού μήκους που καταλήγουν σε μια ορατή φθορά στο απομακρυσμένο άκρο που οφείλεται στην τριβή με τον άνω κυνόδοντα. Οι δύο μακρύτερες επιφάνειες καλύπτονται από μια πολύ σκληρή (6-7 κλίμακας Mohs) ραβδωτή αδαμαντίνη και χωρίζονται από μια φυσική ρωγμή. Η τρίτη πλευρά βλέπει προς το στόμα και εμφανίζει ένα πολύ λεπτό στρώμα οστεΐνης³²⁹. Στο ελεφαντόδοντο από ιπποπόταμο απουσιάζουν οι τεμνόμενοι τοξοειδείς σχηματισμοί του ελεφαντόδοντου από ελέφαντα, και εμφανίζεται, σε εγκάρσια τομή, ένας σχηματισμός τέλειων ομόκεντρων φωτεινών και σκοτεινών γραμμών, σχεδόν σαν δακτύλιοι δέντρων³³⁰. Σε εγκάρσια διατομή παρουσιάζονται κυματιστά και ασυνεχή υποτριγωνικά στρώματα οδοντίνης (lamellae)³³¹. Η επιφάνεια που βρίσκεται στην ένωση μεταξύ της πολφικής κοιλότητας και της νεοσχηματισθείσας οδοντίνης είναι γνωστή ως σύμφυση (commisure). Προς το εγγύτερο άκρο του κάτω κυνόδοντα, όπου η πολφική κοιλότητα δεν έχει ακόμη κλείσει, η σύμφυση μοιάζει με ευρεία τοξωτή γραμμή. Η πολφική κοιλότητα, όπως στον ελέφαντα, είναι το σημείο όπου σχηματίζεται η οδοντίνη. Το κέντρο του διαμήκους τμήματος αποκαλύπτει το «εσωτερικό της οδοντίνης» η οποία είναι η πλέον πρόσφατα σχηματισμένη ουσία. Σε σύγκριση με την εξωτερική οδοντίνη, αυτή φαίνεται συχνά μαρμάρινη και κάπως ημιδιαφανής, με μερικές φορές πρασινωπό χρώμα³³² (**εικ.53**).

8.3 Οι χαύλιοι του αγριόχοιρου ή κάπρου

Ο αγριόχοιρος ή κάπρος παρέχει χαυλιόδοντες από τους άνω μεγαλύτερους και τους κάτω κοντύτερους, αλλά κοφτερούς κυνόδοντες του ζώου. Και στα δύο φύλα καθώς μεγαλώνουν ηλικιακά, οι μόνιμοι χαυλιόδοντες προβάλλονται από τα ούλα με τη μορφή καμπύλων δοντιών. Οι κατώτεροι χαυλιόδοντες εκτείνονται σε μια προς τα εμπρός και κάπως πλευρική κατεύθυνση, καμπυλώνοντας προς τα πάνω και σε μερικούς ηλικιωμένους αρσενικούς κάπρους, προς τα πίσω

327 Espinoza and Mann 1999, 20.

328 Eltringham 1999, 14.

329 Krzyszkowska 1990, 42-3; Espinoza and Mann 1999, 20.

330 O' Connor 1987, 7.

331 Ο προσανατολισμός των γραμμών ακολουθεί το συνολικό σχήμα του συγκεκριμένου δοντιού. Σε διαμήκη τομή τα lamellae κινούνται παράλληλα με την επιφάνεια και καμπυλώνουν προς το απώτερο άκρο της κεντρικής γραμμής.

332 Krzyszkowska 1990, 44; Espinoza and Mann 1999, 20.

και προς την κάτω γνάθο. Οι άνω κυνόδοντες που είναι κατά προσέγγιση τραπεζοειδείς σε διατομή, εκτείνονται προς τα εμπρός και προς τα πλάγια από τα ούλα, κατόπιν καμπυλώνουν προς τα πάνω και περιστασιακά πίσω προς το ρύγχος³³³. Οι κάτω χαυλιόδοντες μερικές φορές σχηματίζουν πλήρεις κύκλους έως 100 χιλ. σε διάμετρο, αλλά σπάνια υπερβαίνουν τα 20 χιλ. σε πάχος. Περίπου τα 2/3 του συνολικού μήκους του χαυλίου βρίσκεται μέσα στην υποδοχή στην κάτω γνάθο. Σε τομή είναι τριεδρικοί κι έχουν πολφική κοιλότητα στο εγγύς άκρο (κοντινό προς το στόμα τμήμα). Επιπλέον, δεν εμφανίζουν μακροσκοπικά τους αναγνωρίσιμους σχεδιασμούς των στρωμάτων οδοντίνης (lamellae) των ελεφάντων³³⁴. Οι δύο όψεις του χαυλιόδοντα καλύπτονται από σκληρή αστραφτερή αδαμαντίνη (περίπου στους 7 βαθμούς της κλίμακας Mohs) με κάπως εγκάρσιες ραβδώσεις και προσομοιάζει περίπου με ημιπολύτιμες πέτρες. Οι άνω κυνόδοντες των αρσενικών που είναι μεγαλύτεροι, κυμαίνονται σε μήκος από 25,5 ως 63,5 εκ. και οι κάτω κυνόδοντες από 16.5 ως 19 εκ. **(εικ.54)**. Παρόλο που το χαύλιο του κάπρου έχει αρκετά σκοτεινό χρώμα, σε αντίθεση με το μαλακό λευκό του ελέφαντα, θυμίζει περισσότερο οστό, είναι πιο λαμπερό και μπορεί λόγω δομής να επεξεργαστεί καλύτερα από το ελεφαντόδοντο των άλλων θηλαστικών³³⁵.

8.4 Χαυλιόδοντες άλλων θηλαστικών

Στα παρακάτω υποκεφάλαια θα παρουσιαστούν τα βασικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ορισμένων θηλαστικών που οι χαυλιό τους παρέχουν υλικό αντίστοιχο με το γνωστό ελεφαντόδοντο. Παρόλο που δεν εντοπίζονται στο αρχαιολογικό αρχείο της υπό εξέταση περιόδου στην ανατολική Μεσόγειο, κρίθηκε απαραίτητο να πραγματοποιηθεί ενδεικτική αναφορά.

8.4.1 Θαλάσσιος ίππος (*Odobenus rosmarus*)

Το ελεφαντόδοντο από θαλάσσιο ίππο προέρχεται από τους άνω κυνόδοντες, που φέρουν τα αρσενικά θηλαστικά και έχει μια πολύ χαρακτηριστική δομή. Είναι ωοειδές σε διατομή, έχει μια ακανόνιστη μορφή σαν πάσσαλος και μπορεί να φτάσει γύρω στα 60 εκ. σε μήκος και διάμετρο μόνο 6 εκ. αν και έχουν καταγραφεί και μεγαλύτερα³³⁶. Εξωτερικά καλύπτεται από ένα λείο και πυκνό στρώμα οστεΐνης από το οποίο διέρχονται διαμήκεις ρωγμές, που εμφανίζονται σαν ακτινικές γραμμές σε διατομή και καταλήγουν προς την οδοντίνη³³⁷. Το εξωτερικό στρώμα

333 <http://articles.extension.org/pages/63589/feral-hog-tusk-characteristics>.

334 Burack 1984, 34; Campbell 2006, 503; Krzyszkowska 1990, 49.

335 Moorey, 1999, 115; Krzyszkowska 2008.

336 O' Connor 1987, 7.

337 Espinoza and Mann 1999, 14.

του χαυλιόδοντα σχηματίζεται από πυκνή οδοντίνη, σχεδόν όπως και οι άλλες μορφές ελεφαντόδοντου. Οι χαυλιόδοντες έχουν εσωτερική πολφική κοιλότητα που φτάνει στο 60%-70% του συνολικού μήκους και κατέχει ένα παχύ πυρήνα υψηλής κρυσταλλικής δευτερογενούς οδοντίνης, η οποία μπορεί να διαμορφωθεί μέχρι και στο 75% του συνολικού όγκου, καθώς ο χαυλιόδοντας μεγαλώνει. Η δευτερογενής οδοντίνη περιέργως έχει πορώδη δομή, και, όταν στιλβώνεται, παράγει μια πολύ διακριτική υφή μαρμάρου η οποία αποτελεί αναγνωριστικό στοιχείο³³⁸.

8.4.2. Φάλαινα φυσητήρας (*Physter catodon*)

Τριάντα δόντια της φάλαινας φυσητήρα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως ελεφαντόδοντο. Κάθε ένα από αυτά τα δόντια, μπορούν να φτάσουν μέχρι 20 εκ. σε μήκος και 7 εκ. πλάτος, και είναι κοίλα κατά το πρώτο ήμισυ του μήκους τους. Το ελεφαντόδοντο της φάλαινας εύκολα συγχέεται με το ελεφαντόδοντο από θαλάσσιο ίππο, καθώς και τα δύο έχουν δύο διακριτά στρώματα. Το εσωτερικό στρώμα του ελεφαντόδοντου της φάλαινας φυσητήρα, ωστόσο, είναι πολύ μεγαλύτερο. Στην οδοντίνη του μεγάλου θηλαστικού διακρίνονται σε διαμήκη τομή κίτρινα «σφαιρίδια» που θυμίζουν την χαρακτηριστική επιφάνεια του μαρμάρου³³⁹. Τα δόντια έχουν κωνική εμφάνιση με μικρό ποσοστό αδαμαντίνης στην κορυφή, ενώ το υπόλοιπο μέρος καλύπτεται από οστεΐνη. Σε διατομή έχουν ωοειδή εμφάνιση. Καθώς η οδοντίνη εναποτίθεται με μια προοδευτική ελασματώδη σειρά, τα δόντια σε διατομή θα εμφανίσουν διακεκριμένους ομοκεντρικούς οδοντινικούς δακτύλιους³⁴⁰. Επειδή το χρώμα της εσωτερικής ουσίας είναι κάπως σκοτεινό, τα δόντια αυτά δεν έχουν προτιμηθεί ιδιαίτερα ως πηγή ελεφαντόδοντου. Παρόλο που το πρώτο μισό του δοντιού είναι κοίλο εξαιτίας της πολφικής κοιλότητας, οι τεχνίτες προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν το δόντι στο σύνολό του, αντί τμηματικά και για τη διακόσμηση χρησιμοποίησαν κυρίως την τεχνική της έγκαισης, παρά τη σμίλευση³⁴¹.

8.4.3 Φάλαινα μονόκερος (*Monodon monoceros*)

Οι φάλαινες μονόκεροι είναι διάσημες για τον ασυνήθιστο χαυλιόδοντα που εμφανίζουν. Στα αρσενικά θηλαστικά, το ένα από τα δύο δόντια της άνω σιαγόνας αναπτύσσεται σε μορφή ενός σπειροειδούς ευθύ χαυλιόδοντα. Το μήκος του ποικίλει από 1.5 έως 2.5 μ. και μπορεί να φτάσει τα 10 κιλά. Τα θηλυκά αν και μπορεί περιστασιακά να αναπτύξουν ένα ή δύο, συνήθως

338 Espinoza and Mann 1999, 14; O' Connor 1987, 7; Ward, 2008, 297-587.

339 Ward 2008, 297-587.

340 Espinoza and Mann 1999, 16.

341 Burack 1984, 34.

είναι σχεδόν χωρίς χαυλιόδοντες. Από το ασυνήθιστο σχήμα του χαυλιόδοντα προέρχεται ο μύθος του θρυλικού μονόκερου κατά την αρχαιότητα. Το είδος απειλείται από το κυνήγι, αλλά δεν έχει φτάσει σε ένα καθεστώς προστασίας, ως εκ τούτου, ο χαυλιόδοντας της φάλαινας μονόκερος είναι νόμιμα εμπορεύσιμος για το ελεφαντόδοντο. Καθώς το είδος αυτό της φάλαινας ζει μεταξύ της ανατολικής καναδικής Αρκτικής και ενός μεγάλου μέρους της Ρωσίας³⁴², δεν αφορά στην παρούσα μελέτη σχετικά με την παροχή του υλικού στους πολιτισμούς της Ανατολικής Μεσογείου την εποχή που εξετάζεται.

342 Bortolaso 2004-7, 3.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΑ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΡΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο συζητείται το πληροφοριακό δυναμικό των αρχαιολογικών οργανικών από μια δομική και μορφολογική προοπτική σε πολύ μικρού μήκους κλίμακα που διαμορφώνει μια διαφορετική προσέγγιση από την κλασική αρχαιολογία και ονομάζεται «Μικροαρχαιολογία», εννοώντας μεταξύ άλλων, τη μελέτη των αρχαιολογικών πληροφοριών που περιέχονται στα υλικά σε νανο- και μικροκλίμακα και που δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι³⁴³. Οι άνθρωποι έχουν εσκεμμένα χρησιμοποιήσει οργανικά υλικά, όπως κόκαλα, κέρατα των ελαφιών, ελεφαντόδοντο και κοχύλια, από τους προϊστορικούς χρόνους, λόγω των ιδιαίτερων φυσικών και χημικών τους ιδιοτήτων. Η σύνθετη φύση των οργανικών υλικών στη μικρο και νανοκλίμακα σε συνδυασμό με μια σημαντική δομική ιεραρχία σε μακροσκοπικό επίπεδο, είναι υπεύθυνη για αυτές τις εξαιρετικές ιδιότητες. Εν μέσω του πλούτου των οργανικών υλικών αρχαιολογικού ενδιαφέροντος, η προσοχή στην παρούσα μελέτη στρέφεται στα διάφορα υλικά από ελεφαντόδοντο, που το κοινό τους γνώρισμα είναι η περιεκτικότητα σε φώσφορο. Ο φώσφορος είναι αναπόσπαστο συστατικό όλων των κυττάρων και ως εκ τούτου αποτελεί δείκτη βιολογικής δραστηριότητας. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων φωσφορικού άλατος φανερώνει μια περιοχή που περιείχε κάποτε μεγάλες ποσότητες οργανικού υλικού³⁴⁴. Παράλληλα, το ελεφαντόδοντο και τα οστά θα εξεταστούν υπό μια συγκριτική σκοπιά καθώς συχνά συναντώνται μαζί σε ένα ανασκαφικό χώρο και –τουλάχιστον τα επεξεργασμένα αντικείμενα- συγχέονται, εξαιτίας της εξωτερικής τους εμφάνισης. Ενώ η φυσική τους δομή είναι αρκετά διαφορετική, η χημική σύνθεση των δύο υλικών είναι παρόμοια, με αποτέλεσμα πολλές αναλύσεις που πραγματοποιούνται σε οστέινα αντικείμενα, να αφορούν ή είναι δυνατό να εφαρμοστούν σε αντίστοιχα από ελεφαντόδοντο. Μια γενικότερη αναφορά στα χαρακτηριστικά στοιχεία των οργανικών υλικών κρίνεται απαραίτητη, για την προσέγγιση και κατανόηση των υλικών, πριν αναλυθούν τα ιδιαίτερα μορφολογικά και δομικά χαρακτηριστικά του ελεφαντόδοντου και οι σύγχρονες μέθοδοι αναγνώρισης που ακολουθούν.

343 Βλ. στον Weiner (2010), όπου παράλληλα με την ανάλυση της Μικροαρχαιολογίας, εξετάζεται η πορεία που ακολουθεί ένα αντικείμενο από την ανασκαφή έως το εργαστήριο και πίσω στον χώρο εύρεσής του για να εκτιμηθεί το αρχαιολογικό πλαίσιο που βρέθηκε με βάση τις πληροφορίες που παρείχαν οι αναλύσεις του.

344 Weiner 2010, 44. Ο λόγος που ο φώσφορος αποτελεί δείκτη είναι γιατί μετά που η οργανική μήτρα οξειδωθεί και τα συστατικά που περιέχουν άνθρακα μετατραπούν σε CO₂, ο φώσφορος παραμένει. Παρόλα αυτά, δεν περιέχουν όλα τα οργανικά φώσφορο και οι συγκεντρώσεις του κάποιες φορές ποικίλουν από μηδέν σε πολύ υψηλές.

9.1. Η χημική σύσταση του ελεφαντόδοντου

Το ελεφαντόδοντο (και τα δόντια) και τα οστά αποτελούνται από ανόργανα υλικά, που παρέχουν αντοχή και ακαμψία, και ένα οργανικό συστατικό που παρέχει την ικανότητα ανάπτυξης και επισκευής.³⁴⁵ Το κύριο οργανικό συστατικό του ελεφαντόδοντου είναι ένα κολλαγόνο³⁴⁶ τύπου I, δηλαδή μια πρωτεΐνη³⁴⁷ με μια τριπλό-ελικοειδή δομή που περιέχει μια υψηλή αναλογία κυρίως των αμινοξέων γλυκίνης, προλίνης και υδροξυπρολίνης, με μια ποικίλη σύνθεση άλλων αμινοξέων που υπάρχουν σε μια επαναλαμβανόμενη δομή, ώστε να παράγουν μακριές αλυσίδες³⁴⁸. Το ενασβεστοποιημένο ινίδιο κολλαγόνου είναι ένα κοινό δομικό στοιχείο που χαρακτηρίζει μια οικογένεια βιο-υλικών στην οποία ανήκουν τα οστά, τα δόντια και το ελεφαντόδοντο³⁴⁹. Αποτελείται από τρία βασικά συστατικά στενά συνδεδεμένα με μια οργανωμένη δομή, το ινώδες πρωτεϊνούχο κολλαγόνο³⁵⁰, τον dahllite (ανθρακικό-υδροξυαπατίτης) και το νερό³⁵¹. Καθώς είναι μια αδιάλυτη σε οξύ πρωτεΐνη, είναι το μόνο οργανικό συστατικό το οποίο διατηρείται σε επίπεδα ικανοποιητικά για αναλύσεις. Μπορεί να επιβιώσει για χιλιάδες χρόνια μετά την ταφή, ειδικότερα αν βρεθεί σε δροσερό και σταθερό περιβάλλον. Χάρη στην ελικοειδή μορφή του, είναι εξαιρετικά σταθερό στις εξωγενείς μηχανικές επιρροές και τους διαβρωτικούς παράγοντες του περιβάλλοντος ταφής και μπορεί να φανεί ιδιαίτερα ανθεκτικό σε μεταθανάτιες διαγενετικές μεταβολές στις αναλογίες των σταθερών ισοτόπων³⁵².

Το ανόργανο μέρος ονομάζεται απατίτης και είναι ένα σύμπλοκο (complex) φωσφορικού ασβεστίου που απαντάται ως το κύριο συστατικό της ανόργανης φάσης σε φυσιολογικές περιπτώσεις βιολογικής ορυκτοποίησης³⁵³ στον σχηματισμό των οστών και δοντιών των

345 O' Connor 1987, 6.

346 Ως εκ τούτου, το κολλαγόνο είναι το βέλτιστο βιομόριο αναφοράς για την επιβίωση σε καύσιμο υλικό, λόγω της πολύ σταθερής μοριακής δομής, της αφθονίας του στα οστά και δόντια, της ευκολίας εκχύλισης, του χαμηλότερου κινδύνου μόλυνσης και της ιδιαιτερότητας των ειδών, βλ. Yates (2013, 31) που πραγματοποίησε αναλύσεις σε οστά για τον εντοπισμό των ειδών σε δείγματα οστού που έχουν καεί πάνω από 155°C.

347 Γενικά ο λειτουργικός ρόλος των πρωτεϊνών είναι η συμμετοχή τους στη διάπλαση και στην ενασβεστίωση, στη ρύθμιση του σχήματος και του μεγέθους των κρυστάλλων του υδροξυαπατίτη και στην ίδια την αποδόμηση και απομάκρυνση των πρωτεϊνών της αδαμαντίνης, μετά τη φάση της ωρίμανσής της.

348 Tripathi and Godfrey 2007, 335; Edwards and O' Connor 2012, 449.

349 Krzyszkowska 1990, 50. Το κολλαγόνο είναι το κύριο οργανικό συστατικό του ελέφαντα ελεφαντόδοντου, που όμως διαθέτει λιγότερο οργανικό περιεχόμενο και κολλαγόνο από τα οστά.

350 Βλ. Coutu et al. όπου αναφέρεται πως η κυρίαρχη πρωτεΐνη, το κολλαγόνο, εξελίσσεται πολύ αργά και για να γίνει διάκριση μεταξύ των ελεφαντόδοντων, τα είδη πρέπει να έχουν έναν εξελικτικό χρόνο απόκλισης τουλάχιστον 5 εκατομμυρίων ετών. Μέχρι σήμερα, καμία άλλη πρωτεΐνη δεν έχει συστηματικά αποσπασθεί από τα ελεφαντόδοντα.

351 Artioli 2010, 357.

352 Παναγιωτοπούλου 2010, 14.

353 Βλ. Mann (2007, 79) όπου περιγράφει ως βιο-ανοργανοποίηση τη βιολογική διαδικασία η οποία δημιουργεί τις ανόργανες, στερεές κατάστασης, δομές της ζωής, όπως τα οστά, τα κελύφη και τα δόντια.

θηλαστικών (συμπεριλαμβανομένων της αδαμαντίνης και της οδοντίνης), του ελεφαντόδοντου, των βραχιόποδων κοχυλιών, ενώ συνυπάρχει με άλλα φωσφορικά ή μη φωσφορικά άλατα σε αρκετές παθολογικές ορυκτοποιήσεις στον άνθρωπο και τα ζώα (λίθοι, πέτρες). Στοιχεία από την εφαρμογή περίθλασης ακτινών X και μελέτες με χρήση υπερύθρου έδειξαν ότι το ανόργανο αντιπροσωπεύεται από τον τύπο $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{CO}_3)\text{H}_2\text{O}$. Δομικά, ο απατίτης αποτελείται από $[\text{PO}_4]$ τετραεδρικά και μονοσθενή ανιόντα (OH^- , F^- , Cl^-) που συνδέονται με πολύεδρα Ca. Μικρές ποσότητες ανθρακικού ασβεστίου και φθοριούχου ασβεστίου αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος του υπολοίπου³⁵⁴. Τα διακριτά χαρακτηριστικά του βιολογικού απατίτη είναι η μικρή διάσταση, η χαμηλή κρυσταλλικότητα, η μη στοιχειομετρική σύνθεση, η εσωτερική κρυσταλλική διαταραχή και η παρουσία άλλων ιόντων στο κρυσταλλικό πλέγμα³⁵⁵. Κοινό χαρακτηριστικό των βιολογικών απατιτών αποτελεί η υποκατάσταση σε διάφορες αναλογίες των ιόντων ασβεστίου από στρόντιο, ράδιο και μόλυβδο, των ιόντων φώσφορου από μια ανθρακική ρίζα, και των ιόντων υδροξυλίου από φθοριούχα³⁵⁶. Η αντικατάσταση των ιόντων υδροξυλίου από ιόντα φθορίου κάνει το ανόργανο υλικό του υδροξυαπατίτη πιο σταθερό με το σχηματισμό του ανθρακικού φθοριοαπατίτη ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$) ή του francolite $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4\text{CO}_3)_3\text{F}]$ ³⁵⁷ ο οποίος είναι φθοριοαπατίτης με σημαντικά ποσοστά ανθρακικών και πάνω από 1% φθόριο. Αυτή η διαδικασία της αντικατάστασης, ωστόσο, συνεχίζεται για μεγάλη περίοδο στο χρόνο, με την προϋπόθεση ότι τα φθοριούχα θα είναι παρόντα στα υπόγεια ύδατα³⁵⁸. Επιπλέον, μια ποικιλία από ιόντα, κατά βάση μεταλλικά, μπορεί να προσκολληθούν στην επιφάνεια των κρυστάλλων υδροξυαπατίτη ως απορρόφηση μάλλον παρά ως υποκατάσταση. Η χημική συμπεριφορά του υδροξυαπατίτη μοιάζει να είναι σχετικά η ίδια είτε το ανόργανο είναι μέσα σε ένα ζωντανό οργανισμό είτε όχι, οπότε αυτές οι υποκαταστάσεις και οι απορροφήσεις μπορούν να παρατηρηθούν και στο ανόργανο συστατικό του θαμμένου ελεφαντόδοντου και οστού³⁵⁹. Η αδαμαντίνη αποτελείται σχεδόν αμιγώς από υδροξυαπατίτη. Αυτό στην πράξη σημαίνει ότι

354 Tripathi and Godfrey 2007, 335; Ward 2008, 299-300; Artioli 2010, 356.

355 Bracco 2013, 244.

356 Η ενσωμάτωση των διττανθρακικών κάνει τον HAP περισσότερο ευδιάλυτο, ενώ τα ιόντα φθορίου προκαλούν το αντίθετο.

357 Η ηλικία που υποδεικνύεται από ένα σήμα φθορίου είναι μια τυπική "ηλικία υγρασίας". Καθώς το νερό είναι σημαντικό ως μέσο μεταφοράς για τα ιόντα φθορίου, μπορεί να θεωρηθεί ότι οι εποχικές ξηρές περιόδους ενδέχεται να επιβραδύνουν τη διαδικασία μεταφοράς. Αυτό πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν τα σήματα φθορίου συγκρίνονται με τιμές που λαμβάνονται με χρονολόγηση ραδιοανθράκων, όπου το σήμα φθορίου δείχνει "πολύ μικρές" ηλικίες, βλ. Gaschen (2005, 23-25).

358 Weiner 2010, 23. Η χρονολόγηση των φθοριούχων αποτελεί ίσως την παλαιότερη εφαρμογή χημικών αναλύσεων των οστών στο πεδίο της αρχαιολογίας, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται σπανιότερα, εκτός από τις σχετικές χρονολογήσεις.

359 O' Connor 1987, 1-6. Αναλύσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σε φτωχά διατηρημένη οδοντίνη από αρχαιολογικές θέσεις από τους Beeley and Lunt (1980), έδειξαν πως ο μαλακός και εύθρυπτος ιστός της οδοντίνης έχει χάσει το περιεχόμενο του κολλαγόνου, αφήνοντας την εύθραυστη μάζα του ανόργανου. Η απουσία του κολλαγόνου φαίνεται να προέρχεται από την κατάσταση της ταφής και όχι από την μακροχρόνια ταφή, με κύρια αιτία τα βακτήρια.

μπορεί να αντιδράσει πολύ διαφορετικά από τα οστά στις ίδιες ταφικές συνθήκες. Είναι ο σκληρότερος ιστός στο σώμα και αποτελείται από περ. 95% ανόργανο ανθρακικό-υδροξυαπατίτη, περ. 4% νερό και περ. 1% οργανική ουσία³⁶⁰. Η οδοντίνη του ελεφαντόδοντου όπως και οι άλλοι ενασβεστιωμένοι ιστοί έχει ως κύριο ανόργανο συστατικό το φωσφορικό ασβέστιο. Περιέχει περ. 70% ανόργανο ανθρακικό υδροξυαπατίτη με τη μορφή κρυστάλλων, 12% νερό και 18% οργανική ύλη, επίσης κυρίως κολλαγόνο. Είναι πλούσια σε Mg σε σύγκριση με την οδοντίνη άλλων δοντιών (περίπου 6% κ.β.) και το Mg, όντας το βασικό συστατικό για τη σταθεροποίηση του άμορφου ανθρακικού, υποτίθεται ότι διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην βιοανοργανοποίηση³⁶¹. Η οδοντίνη είναι άκαμπτη λόγω του ανόργανου μέρους της και σκληρή λόγω του οργανικού τμήματός της. Οι χαυλιόδοντες, που χρησιμοποιούνται κυρίως για το σκάψιμο, αναζήτηση τροφής και ως όπλα, υποβάλλονται σε σημαντικές συμπιεστικές δυνάμεις και παρουσιάζουν ισχυρή μακροσκοπική μηχανική ανισοτροπία (μεταβολή των φυσικών ιδιοτήτων)³⁶². Η οστεΐνη αποτελείται από περ. 65% ανόργανο ανθρακικό-υδροξυαπατίτη, 12% νερό και περ. 23% οργανική ύλη, κυρίως κολλαγόνο (πρωτεΐνη που αποτελείται από αμινοξέα). Γενικά το μισό από το βάρος ενός οστού είναι ανόργανο υλικό, και το υπόλοιπο είναι οργανικό και νερό. Το 95% του οργανικού μέρους αποτελείται από κολλαγόνο³⁶³.

Οι κρύσταλλοι των οστών και της οδοντίνης στους ζωντανούς οργανισμούς είναι εξαιρετικά μικροί και διαταραγμένοι σε ατομικό επίπεδο. Επομένως κατά τη διαγένεση έχουν την τάση να αυξάνονται σε μέγεθος, να μπαίνουν σε διάταξη και επομένως να γίνονται πιο σταθεροί. Αυτός ο συνδυασμός δυνατοτήτων αναφέρεται ως κρυσταλλικότητα (εικ.55-56). Οι κρύσταλλοι της αδαμαντίνης είναι μεγαλύτεροι και σε καλύτερη διάταξη από αυτούς των οστών και της οδοντίνης και επομένως, συγκρινόμενοι με τους κρυστάλλους των δύο αυτών συστατικών, είναι σχετικά σταθεροί στο χρόνο. Παρόλα αυτά, οι κρύσταλλοι της αδαμαντίνης επίσης υφίστανται διαγένεση. Παρακολουθώντας την κρυσταλλικότητα παρέχονται πληροφορίες για την κατάσταση διατήρησης του ανόργανου υλικού. Οι κρύσταλλοι της ώριμης οδοντίνης και του οστού έχουν το σχήμα πλάκας και μέση διάσταση περίπου 50X25X2-4 nm. Έχουν επομένως μεγάλη επιφάνεια, δηλ. γύρω στα 240 μm^2 per gram. Όντας τόσο λεπτοί, ένας μεγάλος αριθμός ατόμων είναι κοντά ή επάνω στην κρυσταλλική επιφάνεια και ως εκ τούτου είναι διαταραγμένοι. Επιπλέον, η παρουσία του άνθρακα προκαλεί ακόμα περισσότερη διαταραχή. Το αποτέλεσμα

360 O' Connor 1987, 6; Pye 2004, 215-236. Η αδαμαντίνη έχει πολύπλοκη, συμπαγή δομή, εμφανίζει υψηλού βαθμού ενασβεσίωση και στην τελική φάση ωρίμανσής της χαρακτηρίζεται από την πλήρη απουσία των οργανικών στοιχείων. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά της, στοχεύουν στην προστασία της υποκείμενης οδοντίνης και του πολφού από τα εξωτερικά βλαπτικά ερεθίσματα.

361 Reiche and Gourrier 2016, 84; Pye 2004, 215-236.

362 Reiche and Gourrier 2016, 84.

363 O' Connor 1987, 6.

είναι ότι οι κρύσταλλοι του οστού και της οδοντίνης είναι σχετικά ασταθείς και πιο διαλυτοί σε σχέση με τον καθαρό, υψηλά κρυσταλλοποιημένο υδροξυαπατίτη. Οι κρύσταλλοι της αδαμαντίνης των δοντιών συνθέτονται επίσης από ανθρακικό υδροξυαπατίτη, αλλά είναι πολύ μεγαλύτεροι και σε καλύτερη διάταξη από τους αντίστοιχους των οστών. Καθώς οι κρύσταλλοι των δοντιών και των οστών είναι εξ αρχής ασταθείς, έχουν την τάση να διαλύονται ανάλογα με τις χημικές υποκαταστάσεις που συμβαίνουν και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Η κατάσταση των κρυστάλλων στα απολιθωμένα οστά και την οδοντίνη όμως ποικίλει σημαντικά και εξαρτάται από τις συνθήκες διατήρησης³⁶⁴. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά κρυσταλλικότητας μεταξύ οστού – οδοντίνης – αδαμαντίνης εξηγούνται από τα διαφορετικά ποσοστά ανθρακικών που περιέχουν³⁶⁵. Απατίτης με μικρότερο ποσοστό ανθρακικών (αδαμαντίνη) χαρακτηρίζεται από καλύτερη κρυσταλλικότητα (μεγαλύτερο μέγεθος κρυστάλλων) σε σχέση με απατίτη με μεγαλύτερο ποσοστό ανθρακικών (οστό, οδοντίνη) ο οποίος εμφανίζει μικρότερη κρυσταλλικότητα³⁶⁶. Στα οργανικά υλικά οι νανοκρύσταλλοι του ασβεστιτικού απατίτη είναι γενικά ενσωματωμένοι σε μια μήτρα κολλαγόνου. Η αλληλοκάλυψη των δύο φάσεων είναι το κλειδί για τις εξαιρετικές ιδιότητες των οργανικών υλικών. Το γεγονός ότι μπορεί να φιλοξενήσει πολλά χημικά στοιχεία στη δομή του, το καθιστά ιδανικό μεταλλικό στοιχείο για βιολογικά ελεγχόμενη ορυκτοποίηση³⁶⁷. Η διαδικασία της βιο-ορυκτοποίησης³⁶⁸ περιλαμβάνει την επιλεκτική εξαγωγή των χημικών στοιχείων από το περιβάλλον, καθώς και η ενσωμάτωσή τους σε λειτουργικές δομές υπό αυστηρό βιολογικό έλεγχο. Είναι εξαιρετικά σημαντική λειτουργία, διότι παράγονται τα πιο ανθεκτικά μέρη των οργανισμών, αυτά που βρίσκονται κυρίως στο αρχαιολογικό, παλαιοντολογικό και το ιατροδικαστικό αρχείο, τα οστά, τα δόντια, τα κοχύλια, οι φυτόλιθοι κ.λπ.³⁶⁹. Οι κρύσταλλοι του υδροξυαπατίτη της αδαμαντίνης έχουν μεγάλο μήκος, αφού καταλαμβάνουν σχεδόν όλο το πάχος της αδαμαντίνης, έχουν εύρος 60-70 nm και πάχος 25-30 nm. Καθώς δεν περιέχει κολλαγόνο, αλλά ένα μικρό συστατικό άλλης πρωτεΐνης και εξαιτίας της μεγαλύτερης δύναμής της, είναι λιγότερο επιρρεπής στις περιβαντολογικές αλλαγές και στη διαγένεση από την οδοντίνη και την οστεΐνη. Γι αυτό το λόγο επιλέγεται για ιστοτοπικές και μικρο-στοιχειακές αναλύσεις στην αρχαιολογία αναφορικά με την ανακατασκευή

364 Weiner 2010, 289-90.

365 Στα αρχαιολογικά οστά είναι γνωστό ότι η περιεκτικότητα σε ανθρακικά άλατα γενικά μειώνεται καθώς η διαγενεσία εξελίσσεται, μεταξύ άλλων λόγων, επειδή η ενσωμάτωση ανθρακικού άλατος στο πλέγμα υδροξυαπατίτη καθιστά το ορυκτό περισσότερο διαλυτό, βλ. Turner-Walker and Xu (2014).

366 Καλονάκης 2007, 16.

367 Reiche and Gourrier 2016, 78.

368 Η διάσπαση των οργανικών συστατικών σε απλούστερες οργανικές ενώσεις και σε ορυκτά συστατικά καθώς και η απελευθέρωση των ενωμένων στις οργανικές ενώσεις στοιχείων ονομάζεται ορυκτοποίηση της οργανικής ουσίας.

369 Artioli 2010, 356.

της προέλευσης και του αρχαίου περιβάλλοντος³⁷⁰. Αντίθετα το οδοντικό υλικό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παλαιοκλιματικές ανακατασκευές³⁷¹.

Τα δόντια, αντίθετα από τα οστά, δεν αναδιαμορφώνονται. Εντούτοις, σχηματίζονται σε διαφορετικούς χρόνους κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Οι χαυλιόδοντες των θηλαστικών αυξάνονται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, και επομένως τα ισότοπα και τα ιχνοστοιχεία θα αντικατοπτρίζουν τις αλλαγές στην οδοντίνη ενός ζώου³⁷². Το σμάλτο και το μεγαλύτερο μέρος της οδοντίνης ενός δοντιού ή χαυλίου διαμορφώνονται μέσα σε λίγους μήνες διαφοράς το ένα από το άλλο. Η εναπόθεση οδοντίνης γύρω από την κοιλότητα του πολφού που σχηματίζεται συνεχώς μετά την έκρηξη του δοντιού ονομάζεται δευτερογενής. Επομένως, με μικρά δείγματα αυτών των δύο μορφών οδοντίνης, μπορούν να ληφθούν δύο χρονολογικά σημεία από ένα δόντι. Με τη δειγματοληψία των δοντιών που αναπτύσσονται σε διαφορετικούς χρόνους, μπορούν να ληφθούν πρόσθετα χρονικά σημεία. Η αδαμαντίνη των δοντιών και η οδοντίνη περιέχουν σταδιακά αυξανόμενο αντίστοιχο υλικό. Στα πρωτεύοντα, αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αναδημιουργία γεγονότων της ζωής τους, όπως η ημέρα της γέννησης, η ταυτοποίηση σοβαρών ασθενειών ή περιβαλλοντικών πιέσεων, αν το δόντι εξακολουθούσε να αναπτύσσεται τη στιγμή του θανάτου. Πολύ υψηλές αναλυτικές τεχνικές μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις καθημερινές μεταβολές που συνέβησαν κατά τη διάρκεια του χρόνου σχηματισμού του δοντιού³⁷³.

Τα αρχαιολογικά οργανικά υλικά και αντικείμενα σπάνια διατηρούνται στην αρχική τους κατάσταση και είναι πιο πιθανόν ότι η σύστασή τους τροποποιείται με την πάροδο του χρόνου λόγω των βιολογικών, φυσικών, χημικών διεργασιών που ονομάζονται επίσης διαγενετικές³⁷⁴ ή ταφονομικές³⁷⁵ διαδικασίες. Αυτές οι διαδικασίες είναι πολύπλοκες, επειδή είναι πολυ-παραγοντικές, μη-γραμμικές στο χρόνο και λειτουργούν με ένα ετερογενή τρόπο και σε διαφορετικά δομικά επίπεδα³⁷⁶. Ο ανθρακικό-υδροξυαπατίτης (ή dahllite), το βασικό συστατικό των οστών και δοντιών των θηλαστικών είναι δυνατό να υποστεί εκτεταμένες κρυσταλλοχημικές

370 O' Connor 1987, 6; Pye 2004, 215-236.

371 Jacob et al. 2008, 94.

372 Jakob et al. 2008, 98.

373 Weiner 2010, 26.

374 Παναγιωτοπούλου 2010, 14. Διαγένεση ονομάζεται η μεταθανάτια μεταβολή που μπορεί να προκληθεί σε ένα οργανικό υλικό με αποτέλεσμα την αλλοίωση της σύστασής του, την αύξηση του πορώδους και την υποβάθμιση της χημικής του σύνθεσης.

375 Ο όρος ταφονομία αφορά στις διαδικασίες που επηρεάζουν τα βιολογικά κατάλοιπα μετά το θάνατο ενός οργανισμού και πριν από τη μελέτη αυτών των λειψάνων από τον εκάστοτε αναλυτή, Maschner and Chippindale (2005, 858), ή κατά τον Efremov, η διαδικασία μετάβασης ενός βιολογικού από τη βιόσφαιρα στην λιθόσφαιρα, βλ. Pollard et al. (2007, 27).

376 Reiche and Gourrier 2016, 76.

αντικαταστάσεις, και αυτές είναι η αιτία των χημικών μεταβολών που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της διαγένεσης και επιτρέπουν τη σχετική χρονολόγηση των οστών με χημική ανάλυση³⁷⁷.

Οι διαγενετικές αλλαγές μπορούν να αλλοιώσουν τις πληροφορίες που προκύπτουν από τα αρχαιο-βιοανόργανα, και η διάκρισή τους είναι πολύ σημαντική διαδικασία. Διαφορετικές διαδικασίες μετά το θάνατο μπορεί να επηρεάσουν σημαντικά στην ιστολογία, μικρο-δομή, τις ορυκτολογικές ιδιότητες και τη σύνθεση των ιστών. Αυτές οι διαδικασίες συμβαίνουν ακόμη και πριν από την ταφή, δεδομένου ότι οι μικροβιακοί οργανισμοί (βακτήρια και μύκητες) μπορούν να αποικίσουν τους ιστούς που περιέχουν οργανική ύλη στα πρώτα βήματα της σήψης της σάρκας και να μεταβάλουν την ιστολογική μικρο-δομή. Σύμφωνα με τους Collins et al, η απώλεια κολλαγόνου στα βιοανόργανα που βασίζονται στα φωσφορικά άλατα οδηγεί σε μια αύξηση του πορώδους που, με τη σειρά της, τροποποιεί τη δυνατότητα ανταλλαγής μεταξύ της ανόργανης φάσης και του γύρω ιζηματογενούς περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια της ταφής³⁷⁸. Οι διεργασίες αλλοίωσης μπορεί να προκαλέσουν διάλυση ή/και ανακρυστάλλωση του βιοανόργανου σε πιο θερμοδυναμικά σταθερές φάσεις (πιο στοιχειομετρικός ανθρακικός απατίτης, HAP και τέλος fluoroapatite για τα βιοανόργανα που βασίζονται στο φώσφορο) και καθίζηση των αυθιγενών ορυκτών σε πορώδη. Οι διεργασίες διάλυσης- ανακρυστάλλωσης ή διάχυσης, και οι διαδικασίες απορρόφησης και ανταλλαγής ιόντων μπορεί να προωθήσει την ενσωμάτωση ξένων ιόντων στα κρυσταλλικά πλέγματα³⁷⁹. Κατά την ανα-κρυστάλλωση των βιογενών βιοανόργανων στα πρώτα στάδια της διαγένεσης μπορεί να ενθυλακωθούν μη κολλαγονούχες πρωτεΐνες ή θραύσματα DNA εντός κρυσταλλικών συσσωματωμάτων και διατηρηθούν σε μακροπρόθεσμη μεταβολή. Όταν το βιοανόργανο μετασχηματίζεται σε αντικείμενο τέχνης, τα φαινόμενα μεταβολής μπορεί να είναι διαφορετικά και να αντιπροσωπεύουν ένα συνδυασμό φθοράς από τη χρήση και διαγενετικών μεταβολών είτε το αντικείμενο θάφτηκε είτε όχι. Φυσικά, αλλοιώσεις συμβαίνουν επίσης όταν το υλικό εξάγεται από τον ζωντανό ιστό. Κατά τη διάρκεια της ζωής του ζώου, το βιοανόργανο παραμένει ενυδατωμένο και αυτός ο κύκλος διακόπτεται κατά τη διαδικασία εκμετάλλευσης ή επεξεργασίας του αντικειμένου. Όταν το αντικείμενο, για παράδειγμα ένα ολόγλυφο αγαλματίδιο, δεν έχει ποτέ ταφεί, τα κύρια χαρακτηριστικά μακροσκοπικής αλλοίωσης είναι οι ρωγμές που προκαλούνται από τις αλλαγές της υγρασίας και οι αποχρωματισμοί λόγω της

377 Artioli 2010, 357.

378 Collins et al 2002.

379 Reiche and Gourrier 2016, 91.

επίδρασης του φωτός³⁸⁰ καθώς τα οργανικά υλικά είναι υγροσκοπικά και ανισότροπα, επομένως επιρρεπή στη διάσπαση και στρέβλωση κατά την έκθεση στις περιβαλλοντικές παραμέτρους. Η οστεΐνη αποσυντίθεται με υδρόλυση σε παρατεταμένη έκθεση σε νερό, και ο υδροξυαπατίτης εύκολα προβάλλεται από οξέα^{381,382}. Επίσης, είναι γνωστό ότι τα αρχαία μόρια του DNA είναι σε μεγάλο βαθμό κατακερματισμένα και οι νουκλεοτιδικές βάσεις έχουν χημικά μεταβληθεί αλλάζοντας τον γενετικό κώδικα. Για αυτούς τους λόγους, μια ακριβής αξιολόγηση του πληροφοριακού δυναμικού αυτών των αρχαιολογικών μαρτύρων των αρχαίων κοινωνιών παραμένει μια δύσκολη πρόκληση. Ωστόσο, υπάρχουν πολλά ακόμη που πρέπει να αποκτηθούν από τη μελέτη των αντικειμένων που κατασκευάζονται από οργανικά υλικά, όταν εξετάζοντας προσεκτικά τις μορφολογικές και βιοχημικές ενδείξεις στην κατάλληλου μήκους κλίμακα σε σχέση με διαγενετικές αλλαγές³⁸³.

9.2 Οπτικός τρόπος αναγνώρισης των κατασκευασμένων από ελεφαντόδοντο αντικειμένων

Από τους προϊστορικούς χρόνους, η επιβίωση και η απόκτηση στρατηγικών των ανθρώπινων ομάδων απαιτούσαν την αξιοποίηση των ζώων από κάθε άποψη, καθώς παρέχουν διατροφικούς πόρους και είναι μια σημαντική πηγή πρώτων υλών για την παραγωγή αντικειμένων. Τα σκληρά υλικά των ζώων, πάνω απ' όλα οστέινα υλικά και δόντια, χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή διαφορετικών ειδών «εξοπλισμού», είτε για καλλιτεχνικούς σκοπούς, όπως αγαλματίδια και στολίδια σώματος, είτε για το κυνήγι, όπως αιχμές βελών. Τα διάφορα είδη αντικειμένων, οι τεχνικές διαμόρφωσής τους, οι λειτουργίες και χρήση τους εξαρτώνται άμεσα από τη συγκεκριμένη μορφολογία και τις μηχανικές ιδιότητες των διαφόρων σκληρών οργανικών υλικών. Η κατανόηση και η ερμηνεία αυτών των αντικείμενων περνά κατ' ανάγκη μέσα από την παρατήρηση των μακροσκοπικών τους χαρακτηριστικών, της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης και τη διερεύνηση των μηχανικών ιδιοτήτων τους, ώστε να ελεγχθεί η σχέση μεταξύ της δομής, της λειτουργίας και της χρήσης τους. Επιπλέον το μέγεθος, η δομή και η μορφολογία των οργανικών υλικών, σε συνδυασμό με άλλους κρίσιμους παράγοντες όπως οι μηχανικές ιδιότητες, η διαθεσιμότητα καθώς και η εννοιολογική σημασία του κάθε ζώου, έχουν σίγουρα επηρεάσει την επιλογή των προϊστορικών και ιστορικών τεχνιτών

380 Reiche and Gourtier 2016, 92.

381 Ward 2008, 299-300.

382 Οι πιο σημαντικές διαδικασίες προκαλούνται από τις κλιματικές (καιρικές συνθήκες) και εδαφικές συνθήκες, όπως οι εναλλαγές στη θερμοκρασία και την υγρασία οι οποίες προκαλούν διαρρήξεις παρόμοιες με τη συμπίεση στα ιζήματα.

383 Pye 2004, 215-236.

στην αναζήτησή τους για να παράγουν τα αντικείμενα, και στην παρατήρηση αυτών των στοιχείων βασίζεται ο ακριβής προσδιορισμός του ελεφαντόδοντου και των συναφών υλικών³⁸⁴.

9.2.1 Αναγνώριση με βάση τη μορφολογία και τα εξωτερικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων

Οι χαυλιόδοντες του ελέφαντα, του ιπποπόταμου και άλλων θηλαστικών διακρίνονται, τόσο ως προς το μέγεθος όσο και στη μορφή τους. Τα χαρακτηριστικά τους μπορούν να διατηρηθούν, ή να ανακλώνται, σε μεγαλύτερο ή μικρότερο βαθμό στην εμφάνιση των τελικών αντικειμένων. Η μελέτη και γνώση των ζώων που εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος, της μορφολογίας των χαυλιόδοντων τους, των αρχαιολογικών ευρημάτων και των εργαστηρίων επεξεργασίας των αντικειμένων παράλληλα με τα εμφανή στοιχεία που παρέχονται από την παρατήρηση των αντικειμένων, είναι δυνατόν να παρέχουν ικανές πληροφορίες για το είδος του υλικού. Το φρέσκο/νωπό υλικό είτε ανήκει σε διαφορετικά θηλαστικά είτε σε όμοια είδη (ασιατικό και αφρικανικό ελεφαντόδοντο) μπορεί πιο εύκολα να διακριθεί οπτικά, όμως αυτό δεν είναι τόσο απλό για το αρχαιολογικό υλικό και στα επεξεργασμένα αντικείμενα³⁸⁵. Ο όρος «νωπό» ή «φρέσκο» χρησιμοποιείται για να περιγραφεί το υλικό που διατηρεί σε μεγάλο μέρος τις αρχικές φυσικές του ιδιότητες, έχει υποστεί μικρή χημική και φυσική αλλοίωση, και δεν παρουσιάζει αποκόλληση και διαχωρισμό κατά μήκος των φυσικών σημείων αδυναμίας του. Ο όρος αυτός δεν χαρακτηρίζει απαραίτητα το ελεφαντόδοντο που χρησιμοποιήθηκε αμέσως μετά το θάνατο του ζώου, αλλά και λίγο αργότερα (δεκαετίες, ίσως), ή να ανακτήθηκε σε άριστη κατάσταση από ένα περιβάλλον μόνιμου στρώματος πάγου. Γενικότερα αποφεύγεται ο όρος «απολίθωμα», καθώς αυτό θα σήμαινε τεχνικά μια πλήρη αντικατάσταση του χαυλιόδοντα από εξωγενή στοιχεία (**εικ.57**). Ο όρος απολίθωμα ή «*subfossil*» χρησιμοποιείται για το ελεφαντόδοντο που έχει εκτενέστερα φυσικώς και χημικώς τροποποιηθεί μέσω εναπόθεσης ή/και έκθεσης³⁸⁶.

Μέχρι σήμερα το μέγεθος και το σχήμα αποτελούσαν κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν, ώστε να αποδοθούν χαυλιόδοντες και τελικά αντικείμενα σε συγκεκριμένα είδη ζώου, όμως από μόνα τους αυτά τα χαρακτηριστικά αποτελούν αναξιόπιστους δείκτες. Η μακροσκοπική εξέταση μπορεί εν μέρει να αποκλείσει την προέλευση κάποιων τελικών αντικειμένων από ένα συγκεκριμένο είδος ζώου, λόγω διαστάσεων. Ως εκ τούτου, ο ελέφαντας αποδίδει επεξεργάσιμο υλικό για μεγάλα αντικείμενα, ενώ συνήθως τα μεγαλύτερα αντικείμενα που έχουν βρεθεί από

384 Reiche and Gourrier 2016,89; Krzyszkowska and Morkot 2000, 321.

385 Krzyszkowska and Morkot 2000, 321.

386 Heckel et al 2015, 2.

την αρχαιότητα, κυρίως ακολουθούν το σχήμα κατά μήκος του χαυλιόδοντα (εικ.36). Το μέγιστο μέγεθος ενός μόνο ελεφάντινου πλακιδίου, ελαχιστοποιείται από τις διαστάσεις του χαυλιόδοντα³⁸⁷. Επίσης, στις λαβές καθρεπτών και στις περισσότερες ανάγλυφες πλάκες, που απαιτείται μεγάλη επιφάνεια κατεργασίας, καταλληλότερος θεωρείται ο χαυλιόδοντας του ελέφαντα που εξασφαλίζει αρκετό υλικό (πλάτος- πάχος) τόσο για το σχήμα, όσο και για τη διακόσμηση. Το ίδιο συμβαίνει τόσο με τους μεγάλους δίσκους-πώματα πυξίδων, όσο και με τις μεγάλες σε διάμετρο κυλινδρικές πυξίδες με χοντρά τοιχώματα που επιτρέπουν την απόδοση ανάγλυφων παραστάσεων³⁸⁸ (εικ.58). Η μορφολογία ενός χαυλίου, στη συγκεκριμένη περίπτωση προδίδει την προσδοκώμενη χρήση του αντικείμενου που πρόκειται να κατασκευαστεί. Η πολφική κοιλότητα, χρησιμοποιείται για αυτά τα αντικείμενα, ώστε να παρακάμπτεται κατά την κατασκευή τους η ανάγκη για τρύπημα του εσωτερικού, μια δύσκολη διαδικασία και με σπατάλη χρόνου. Οι βάσεις τους συνήθως σμιλεύονταν ξεχωριστά και εφαρμόζονταν στη συνέχεια στη θέση τους³⁸⁹. Η λεπτότερη εσωτερική δομή του υλικού ευνοεί το λεπτό διάτρητο σκάλισμα στα πλακίδια από ελεφαντόδοντο, καθώς σε σχέση με την επιφάνεια των οστών είναι καταλληλότερη για αυτό το είδος επεξεργασίας, με αποτέλεσμα να αποτελεί διαγνωστικό στοιχείο στη διάκριση ελεφαντόδοντου και οστού³⁹⁰.

Αντικείμενα κατασκευασμένα από δόντια αγριόχοιρου θα είναι πάντα μικρής διαμέτρου και συνήθως τριγωνικής διατομής. Η οδοντίνη του είναι πολλή πυκνή, οπότε η υφή της δεν είναι ορατή ακόμη και κάτω από μέτρια μεγέθυνση³⁹¹. Ίχνη της πολφικής κοιλότητας μπορεί να παραμένουν στο εσωτερικό των επίπεδων αντικειμένων που χρησιμοποιήθηκαν για τη διακόσμηση κράνους ή ως ένθετα και επίσης ίχνη αδαμαντίνης που ήταν επιθυμητή να παραμένει σε σφραγίδες, φυλακτά, χάντρες, κουμπιά και πιθανόν ενθέματα³⁹². Οι καμπύλοι τριεδρικοί σε τομή χαυλίοι έχουν πολφική κοιλότητα στο εγγύς άκρο. Καθώς είναι μικροί σε μέγεθος, αυτή η κοιλότητα θα είναι εμφανής στα τελικά αντικείμενα. Σε κάποιες σφραγίδες κατασκευασμένες από εγκάρσιο τμήμα χαυλίου, η πολφική κοιλότητα θα εμφανίζεται ως ένα τριγωνικό κενό σε μία από τις όψεις των σφραγίδων και μια υποτυπώδης κεντρική γραμμή μπορεί να φανεί ακόμη και σε συμπαγή τμήματα. Στα πλακίδια οδοντόφρακτων κρανών μπορεί επίσης να διατηρούν υπολείμματα της πολφικής κοιλότητας, όταν τα αντικείμενα είναι κομμένα κατά μήκος του χαυλίου, και να είναι εμφανή κυρίως στις κάτω πλευρές τους. Στο περιφερικό

387 Stern and Thimme 2007, 16-7

388 Παντελής 2003, 344.

389 Krzyszkowska 1988, 212.

390 Passmore 2012, 36.

391 Ward 2008, 503; Campbell 2006, 503.

392 Krzyszkowska 1990, 75.

άκρο του χαυλιόδοντα υπάρχει μια αξιοσημείωτη φθορά, που συχνά δημιουργεί ένα πολύ αιχμηρό σημείο. Αυτό μπορεί μερικές φορές να οδηγήσει στο εσφαλμένο συμπέρασμα ότι όλοι οι χαυλιόδοντες που βρέθηκαν σε αρχαιολογικούς χώρους έχουν επεξεργαστεί ή χρησιμοποιήθηκαν ως εργαλεία, ενώ αυτό αποτελεί φυσικό χαρακτηριστικό. Η αστραφτερή αδαμαντίνη – με κάπως εγκάρσιες ραβδώσεις- καλύπτει τις δύο όψεις του χαυλιόδοντα. Αυτό μπορεί να παρέχει ένα αλάνθαστο διαγνωστικό τεστ, δεδομένου ότι είναι πιο πιθανό να εμφανίζεται στα τελικά αντικείμενα από κάπρο παρά στις εξωτερικές επιφάνειες των χαυλιόδοντων ελέφαντα ή υποπόταμου³⁹³. Τα ιδιαίτερα αυτά στοιχεία οδήγησαν παλαιότερους ερευνητές σε λάθη όπως για παράδειγμα στην αναγνώριση, των πρωϊμότερων ενθεμάτων που βρέθηκαν στην ηπειρωτική Ελλάδα που αποτελείται από ένα σύνολο περιέργων καμπύλων διατμημένων τμημάτων από το θαλαμοειδή Τάφο V στις Μυκήνες. Αρχικά εκτιμήθηκαν από τον G. Karo ως δόντια κάπρου, καθώς είναι κομμένα κατά μήκος, ώστε να παρέχουν επίπεδες κάτω πλευρές, η αδαμαντίνη είχε απομακρυνθεί, ενώ οι άνω επιφάνειες στρογγυλοποιήθηκαν. Μεταγενέστερα όμως, με εκτενέστερη μελέτη διαπιστώθηκε πως πρόκειται για χαύλιους υποπόταμου, όταν εντοπίστηκαν βασικά δομικά χαρακτηριστικά των δοντιών του θηλαστικού³⁹⁴.

Οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν ειδικές δομικές μεταβολές και χρωματικές αλλαγές, οι οποίες τουλάχιστον για το ελεφαντόδοντο από ελέφαντα, είναι τεκμηριωμένες³⁹⁵. Η χρωματική απόχρωση του υλικού κυρίως μετά από τη χρόνια εναπόθεσή του σε περιβάλλοντα φθοράς μπορεί να αλλάξει την εξωτερική του εμφάνιση. Αλλαγή επίσης συμβαίνει στο χρώμα του υλικού όταν υποστεί καύση (**εικ.59**). Ο καθηγητής Norbert Bear στο κέντρο Συντήρησης του Ινστιτούτου του Πανεπιστημίου Καλών Τεχνών της Νέας Υόρκης, δημιούργησε δοκίμια σε υλικό από αφρικανικό ελέφαντα για να διαπιστώσει την αλλαγή χρώματος στο καμένο ελεφαντόδοντο. Χημικές αναλύσεις έδειξαν ότι αυτά τα χρώματα προέκυψαν από μια σειρά χημικών και φυσικών αλλαγών του υλικού επομένως ένας ασυνήθιστος χρωματισμός σε ένα αντικείμενο δεν είναι πάντα αποτέλεσμα της φθοράς του χρόνου³⁹⁶ (**πίν.3**). Η γκριζωπή απόχρωση που μπορεί να πάρουν κάποια αντικείμενα υποδεικνύει σημαντική έκθεση στη ζέστη πριν την ταφή ενός αντικειμένου. Τόσο το ελεφαντόδοντο του ελέφαντα, όσο και του υποπόταμου περιέχει μια λιπαρή ουσία και πρωτεϊνικό υλικό που ενισχύει την διατήρηση και ανάπτυξή του κατά την περίοδο που το θηλαστικό είναι στη ζωή. Οι οργανικές πρωτεΐνες θα

393 Krzyszkowska 2000, 49.

394 Krzyszkowska 1988, 222-3.

395 Krzyszkowska, 1998 213.

396 Burack 1984, 49-50.

απομακρυνθούν τελείως με την καύση. Κατά τη διαδικασία αυτή το ελεφαντόδοντο γίνεται σταδιακά σκουρότερο, μετά λευκαίνει και όταν ο άνθρακας οξειδώνεται, και μαυρίζει (**εικ.60**). Την ίδια στιγμή η απομάκρυνση του οργανικού υλικού μπορεί να κάνει το ελεφαντόδοντο λιγότερο ευάλωτο σε μεταγενέστερη βιολογική επίθεση³⁹⁷. Το ελεφαντόδοντο του ελέφαντα είναι πιο επιρρεπές σε αποχρωματισμό και χρώση από ότι του ιπποπόταμου. Η φυσική κιτρινωπή πατίνα του αρχαίου ελεφαντόδοντου από ελέφαντα μπορεί να εντείνει τους σχηματισμούς των στρωμάτων οδοντίνης, τα οποία, σε πολύ λευκό φρέσκο ελεφαντόδοντο, είναι δύσκολο να παρατηρηθούν. Συνήθως αυτό δημιουργεί την εμφάνιση πιο σκοτεινών γραμμών ή δακτυλίων με φωτεινότερα διαστήματα μεταξύ τους. Αλλά στις περιοχές όπου το ελεφαντόδοντο έχει αποχρωματιστεί ή καεί, οι γραμμές θα είναι φωτεινότερες³⁹⁸. Η οδοντίνη του ιπποπόταμου, καθώς είναι πυκνότερη και σκληρότερη από του ελέφαντα, θεωρείται ότι προσδίδει μια πιο λευκή και λαμπερή εμφάνιση στο υλικό που προσθέτει επιπλέον βοήθεια στην αναγνώριση. Η πυκνότητα μπορεί να εξηγηθεί καθώς οι σωλήνες οδοντίνης είναι πολύ μικρότεροι και έχουν πιο λεπτά διαστήματα μεταξύ τους από αυτά των ελεφάντων³⁹⁹.

Με βάση τη μορφολογία είναι δυνατό να γίνει διάκριση και να αποκλειστεί η επεξεργασία όλων των δοντιών που μπορεί να παρέχει ο ιπποπόταμος για τη δημιουργία αντικειμένων. Η τριγωνική διατομή και η καμπυλωτή φύση των κάτω κυνοδόντων περιορίζει τα σχέδια και σχήματα αντικειμένων τα οποία μπορούν να διαμορφωθούν από αυτό⁴⁰⁰. Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά μπορεί να υποδεικνύουν τη χρήση των μεγάλων τριεδρικών και καμπύλων κάτω κυνοδόντων του θηλαστικού έναντι των κοπτήρων που είναι μικρότεροι, υποκυκλικοί και ευθείς. Παρατηρώντας αυτά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά (είτε έχουν διατηρηθεί είτε όχι στα τελικά αντικείμενα) παρέχονται επίσης πληροφορίες σχετικά με τις τεχνικές επεξεργασίας και τον τρόπο που τα δόντια χρησιμοποιήθηκαν⁴⁰¹. Σε αντικείμενα από την συλλογή Pratt φαίνεται πως οι τεχνίτες επέλεξαν τέσσερα λεοντόμορφα πόδια πολυθρόνας, έτσι ώστε να είναι ανατομικά κατάλληλα ανάλογα με τη θέση τους. Αυτή η επιλογή μπορεί να υπαγορεύτηκε από το σχήμα των χαυλιόδοντων από τα οποία ήταν σκαλισμένα τα πόδια. Στην κορυφή του ποδιού, ένα άνοιγμα φανερώνει την πολφική κοιλότητα του χαυλιόδοντα, η οποία εκτείνεται προς τα κάτω μέσα στο εσωτερικό του ποδιού. Το επίπεδο, τριγωνικό σχήμα της κοιλότητας υποδεικνύει ότι το πόδι έγινε από τον κάτω κυνόδοντα ιπποπόταμου, το άνοιγμα

397 Larsen 2008-9, 85.

398 Krzyszkowska, 1990, 36-37.

399 Krzyszkowska, 1998 213.

400 Krzyszkowska 1990, 46. Το γεγονός αυτό συν το λευκότερο χρώμα και η πυκνότερη δομή του θα μπορούσε να το καταστήσει περισσότερο πολύτιμο ή περιζήτητο από το ελεφαντόδοντο του ελέφαντα στην αρχαιότητα αν εξαιτίας του σχήματός τους, δεν ήταν πιο δύσκολο να επεξεργαστεί.

401 Krzyszkowska 1988, 212.

στην κορυφή του ποδιού χρησιμοποιήθηκε για τη σύνδεση με τα ξύλινα στοιχεία, με την εσωτερική πλευρά να έχει επεξεργαστεί ελαφρώς στα δεξιά, για τη δημιουργία μια εγκοπής που επεκτείνεται κάτω στο πόδι για να φιλοξενήσει μια σφήνα⁴⁰² **(εικ.61)**. Οι πτηνόσχημες πυξίδες που ανευρέθηκαν στην Κύπρο και τη Συροπαλαιστίνη, κατασκευάζονταν σχεδόν αποκλειστικά από κυνόδοντα ιπποπόταμου με τα σώματα των πυξίδων να αντανakλούν τη φυσική γωνία των κάτω κυνοδόντων με μικρή διαμόρφωση. Το κεφάλι και ο λαιμός συνήθως σμιλεύονταν χωριστά και προσαρμόζονταν με καρφιά⁴⁰³ **(εικ.62)**.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα μεγάλα αντικείμενα κατεξοχήν υποδηλώνουν ελέφαντα καθώς πλακίδια μπορούν να κοπούν από τον όγκο του χαυλιόδοντα **(εικ.63)**, ενώ τα μικρότερα κατασκευάζονταν από ιπποπόταμο. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στο γεγονός ότι μικρότερα αντικείμενα μπορεί να έχουν γίνει από τμήματα που έχουν περισσέψει ή που προέκυψαν από αστοχία. Οι κοπήρες του ιπποπόταμου έχουν ίσο σχήμα και κυκλική περιήτομή και όπως και του ελέφαντα αυξάνονται σε μήκος, βάρος και διάμετρο. Στο τμήμα κοντά στην κεφαλή του θηλαστικού, βρίσκεται η κοιλότητα του πολφού, η οποία είναι κατάλληλη για την κατασκευή δοχείων⁴⁰⁴. Οι τεχνίτες της Ύστερης Κυπριακής περιόδου εκμεταλλεύτηκαν τα φυσικά χαρακτηριστικά των κοπήρων ιπποπόταμου για τη δημιουργία κωνικών εκλεπτυσμένων ρυτών. Η φυσική πολφική κοιλότητα του χαυλιόδοντα παρέχει τη βάση για την κεντρική κοιλότητα του αντικειμένου και διατηρείται σε σημαντικό βαθμό στα τελικά αντικείμενα. Το στοιχείο αυτό μερικές φορές προδίδει τη φυσική προέλευση παραμένοντας σημαντικά ασύμμετρο ακόμα και μετά από τη σμίλευση. Σε ένα συμπαγές υλικό, αυτό θα έπρεπε να γίνει σε διάφορα στάδια, ενώ εδώ ο τεχνίτης αναμφίβολα ελαχιστοποιεί την εργασία του με την αξιοποίηση της πολφικής κοιλότητας και αποτελεί μια αξιοθαύμαστη χρήση ενός κατά τα άλλα δύσκολου μέρους του χαυλιόδοντα⁴⁰⁵. Οι κάτω κοπήρες του ιπποπόταμου που καλύπτονται από ένα στρώμα οστεΐνης είναι ευθεία δόντια, κάπως πεπλατυσμένα στο απώτατο άκρο εξαιτίας της φθοράς από τη χρήση, έχουν μια χαρακτηριστική υπο-κυκλική διατομή και μια κωνική πολφική κοιλότητα που καταλαμβάνει το εγγύς άκρο του χαυλιόδοντα. Αυτά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά είναι κατάλληλα μέσα για την αναγνώριση του είδους του ελεφαντόδοντου που χρησιμοποιήθηκε για τις προ-ανακτορικές σφραγίδες. Πολλοί κύλινδροι έγιναν από κυλινδρικά τμήματα κοπήρων με μικρή τροποποίηση εκτός από την αφαίρεση της οστεΐνης⁴⁰⁶ **(εικ.64)**. Το

402 Simpson 2013, 242. Αντίθετα από το αιγυπτιακό σύστημα τοποθέτησης αντίστοιχων ζωμόρφων ποδιών σε πολυθρόνες με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ανατομικά κατάλληλα ανάλογα με τη θέση τους.

403 Παντελής 2003, 344; Krzyszkowska 1990, 78.

404 Παντελής 2003, 346.

405 Krzyszkowska 1990, πίν. 11.

406 Krzyszkowska 1988, 212.

εξωτερικό καστανό στρώμα οστεΐνης που ονομάζεται φλοιός, ενίοτε διατηρείται σε επεξεργασμένα αντικείμενα συνήθως στις αφανείς κάτω επιφάνειες ενός αντικειμένου από ελεφαντόδοντο⁴⁰⁷. Σκήπτρα και σείστρα διατηρούν τη φυσική μορφολογία των κάτω κυνοδόντων του ιπποπόταμου με μικρή διαμόρφωση, ενώ οι κοπτήρες του μπορούν να παρέχουν ιδανικό υλικό για κυλινδρικά σκεύη (κυρίως για αντικείμενα καλλωπισμού) και λαβές⁴⁰⁸ (εικ.65).

Συχνά, τα θραυσμένα ή ραγισμένα αντικείμενα χρησιμεύουν ως πολύτιμοι βοηθοί στον έλεγχο με σκοπό την αναγνώριση, δεδομένου ότι οι εκτεθειμένες επιφάνειες μπορούν να αποκαλύψουν εύκολα τα στρώματα οδοντίνης ή την κοκκώδη επιφάνεια του οστού του ελεφαντόδοντου. Η κωνική θραύση ως φθορά, όταν κανένα άλλο διαγνωστικό χαρακτηριστικό δεν υπάρχει, αποτελεί γνώρισμα όμως σε κάποιες περιπτώσεις όπως π.χ. σε ομόκεντρες θραύσεις που λαμβάνουν χώρα γύρω από την κοιλότητα του μυελού των μακρών οστών, θα μπορούσαν εύκολα σε πολύ μικρά αντικείμενα να εκληφθούν ως διάσπαση που συμβαίνει στο ελεφαντόδοντο⁴⁰⁹. Τα κατά μήκος ραγίσματα του υλικού που είναι ορατά κυρίως σε δίσκους με μεγάλη διάμετρο οφείλονται στη διακύμανση της υγρασίας, και αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα του χαυλιόδοντα του ελέφαντα⁴¹⁰. Πολύ σημαντικό κυρίως στα μικρά αντικείμενα είναι ο συσχετισμός με άλλα, που έχουν ταυτοποιηθεί από ανασκαφές με παρόμοιες συνθήκες ταφής. Γι αυτό το λόγο η αναλυτική δημοσίευση των ευρημάτων με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους για τη δημιουργία βάσης πληροφοριών είναι απαραίτητη.

Στη συνέχεια παρατίθενται ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία αναγνώρισης θηλαστικών που όμως δεν αναμένονται να ανακαλυφθούν κατά την περίοδο που εξετάζεται στην παρούσα μελέτη, στις συγκεκριμένες περιοχές. Πιο συγκεκριμένα, η διακριτή εμφάνιση των χαυλίων της φάλαινας φυσητήρα, βασίζεται στην εγκάρσια τομή τους, καθώς είναι ωοειδή ή στρογγυλά, την ύπαρξη ομόκεντρων δακτυλίων λόγω της σταδιακής ανάπτυξης της οδοντίνης, και τον χαρακτηριστικό δακτύλιο που διαχωρίζει την οστεΐνη με την οδοντίνη. Η φάλαινα μονόκερως παρουσιάζει επίσης ρωγμές κατά μήκος του χαυλιόδοντα, με αποτέλεσμα να σχηματίζονται κυκλικές εσοχές που εμφανίζονται σε διατομή. Όπως και η φάλαινα φυσητήρας εμφανίζει ένα δακτύλιο που διαχωρίζει την οστεΐνη από την οδοντίνη και επιπλέον η πολφική κοιλότητα διατρέχει το μεγαλύτερο μέρος του χαυλιόδοντα⁴¹¹. Το ελεφαντόδοντο από θαλάσσιο ελέφαντα μπορεί να αναγνωριστεί από τις τέλειες ρωγμές κατά μήκος του χαυλιόδοντα και οι οποίες σε

407 Burack 1984, 16.

408 Krzyszkowska and Morkot 2000, 321.

409 Krzyszkowska 1990, 5-6.

410 Παντελής 2003, 346.

411 Espinoza and Mann, 1992, 16-7.

τομή φαίνονται σαν ακτινωτές ρωγμές που προέρχονται από την οστεΐνη και κατευθύνονται προς την οδοντίνη. Επιπλέον, ενώ η πρωτογενής οδοντίνη έχει την κλασική εμφάνιση ελεφαντόδοντου, η δευτερογενής μοιάζει με μαρμάρινη επιφάνεια, και αποτελεί αναγνωριστικό στοιχείο. Η δευτερογενής οδοντίνη περιέργως έχει πορώδη δομή, και, όταν στιλβώνεται, παράγει μια πολύ διακριτική υφή μαρμάρου η οποία αποτελεί αναγνωριστικό στοιχείο. Ανάλογα από ποιο σημείο έχει τεμαχιστεί, μπορεί να μοιάζει με το «κλασικό ελεφαντόδοντο» ή μπορεί να θυμίζει επιφάνεια μαρμάρου ή πολτό. Καθώς η επιφάνεια του υλικού δεν είναι αρκετά μεγάλη, στο τελικό αντικείμενο δεν μπορεί να αποφευχθεί η ανομοιομορφία στην εμφάνισή του. Αυτές οι αντιθέσεις προσδίδουν μια απρόβλεπτη ποικιλία από χαρακτηριστικά στην επιφάνεια των αντικειμένων από ελεφαντόδοντο θαλάσσιου ίππου και αποτελούν αναγνωριστικό στοιχείο⁴¹².

9.2.2 Αναγνώριση με βάση τα δομικά χαρακτηριστικά του αντικειμένου

Παρόλο που το ελεφαντόδοντο, ανεξάρτητα από ποιο είδος προέρχεται, έχει την ίδια σχετικά χημική σύνθεση με το οστό, διαφέρει αισθητά στη φυσική δομή. Οι διαφορές του ελεφαντόδοντου από τα διάφορα θηλαστικά πηγάζουν από διακριτές διαδικασίες στη διαμόρφωση των χαυλιοδόντων. Αυτά τα δομικά χαρακτηριστικά διαμορφώνουν τη βάση για πολλές αναγνωρίσεις όταν η μορφολογία δεν παρέχει περαιτέρω στοιχεία για το είδος. Η πρόκληση είναι να αναγνωριστούν αυτά στα τελικά αντικείμενα, όπου μπορεί να μην είναι άμεσα εμφανή ή να έχουν απαλειφθεί από τη διακόσμηση ή τη χρήση εργαλείου, και όπου η εμφάνιση μπορεί να έχει μεταβληθεί από τις επιπτώσεις της απόθεσης. Οι ακραίες συνθήκες υγρασίας και η οξύτητα του εδάφους μπορεί να προκαλέσουν φθορές συχνά καταστροφικές για το αντικείμενο από ελεφαντόδοντο, όμως μερικές φορές τα αποτελέσματα μπορεί να βοηθήσουν στις ταυτοποιήσεις και να καθοδηγήσουν τον ερευνητή στη διάκριση του θηλαστικού⁴¹³. Όταν το αντικείμενο διατηρείται σε καλή σχετικά κατάσταση δεν χρειάζεται εργαστηριακός εξοπλισμός, αλλά σωστή μακροσκοπική παρατήρηση (**εικ.66**). Σε άλλες περιπτώσεις μια χαμηλή μεγέθυνση (κάτω από X5) μπορεί να είναι αρκετή. Η οπτική εξέταση υπό χαμηλή μεγέθυνση παραμένει μία από τις πιο χρήσιμες μεθόδους αναγνώρισης για το ελεφαντόδοντο, ιδιαίτερα αν διατηρούνται τα διαγνωστικά του χαρακτηριστικά. Ένας καλής ποιότητας φορητός μεγεθυντικός φακός εξυπηρετεί στο να εξεταστούν όλες οι επιφάνειες ενός αντικειμένου, ειδικά εάν αυτό είναι φθαρμένο ή στην περίπτωση των ενθέσεων που είναι λεπτές σε τομή, και τέλος σε σημεία όπου τα εργαλεία μπορεί να έχουν σβήσει τους σχηματισμούς της οδοντίνης σε ορισμένα άκρα⁴¹⁴. Η

412 Espinoza and Mann, 1992, 14; Hauser 12.

413 Krzyszkowska και Morkot 2000, 321. Η φθορά παρουσιάζει διακριτές διαφορές ανάμεσα στα διαφορετικά είδη καθώς συχνά οφείλεται στα ιδιαίτερα δομικά χαρακτηριστικά των υλικών.

414 Krzyszkowska 1998, 212; Hornbeck 2015, 113.

γραφική αναπαράσταση των αντικειμένων κρίνεται πάραυτα απαραίτητη **(εικ.67)** καθώς αποδίδονται οι φθορές και οι παραστάσεις ευανάγνωστα.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, το ελεφαντόδοντο από ελέφαντα, όταν υποβάλλεται σε διακυμάνσεις της υγρασίας, χωρίζει καθαρά κατά μήκος των στρωμάτων οδοντίνης (lamellae) και τις γραμμές Owen σε χαρακτηριστικά επάλληλα κωνικά στρώματα, παρέχοντας ένα εύκολο μέσον αναγνώρισης για πολλά αντικείμενα. Όταν τα αντικείμενα είναι καλύτερα διατηρημένα πρέπει να δίνεται προσοχή στην εμφάνιση και τους σχεδιασμούς των lamellae. Σε επιμήκεις τομές, αυτά παρουσιάζονται ως τέλεια, ομαλά στρώματα που τρέχουν παράλληλα προς την επιφάνεια της πολφικής κοιλότητας, ενώ σε εγκάρσιες τομές εμφανίζονται ως ομόκεντροι δακτύλιοι, ωοειδείς μάλλον παρά τέλεια κυκλικοί. Τα αντικείμενα που είναι ολόγλυφα μπορεί να εμφανίσουν τα πολύπλοκα σχήματα των lamellae, αφού οι τελικές επιφάνειες περνούν μέσα από τα στρώματα σε διάφορα επίπεδα, ένα φαινόμενο που εντοπίζεται στην κεφαλή από τις Μυκήνες⁴¹⁵ **(εικ.68)**. Ένα ακόμα χαρακτηριστικό που χαρακτηρίζει τη δομή του ελεφαντόδοντου ελέφαντα είναι οι χιαζόμενοι σχεδιασμοί που δημιουργούνται από τη διασταύρωση των οδοντικών σωληναρίων και τρέχουν ως δεξιόστροφα και αριστερόστροφα τόξα από το κέντρο του χαυλιόδοντα. Πολλές φορές οι μεγεθύνσεις που παρέχει ένα οπτικό μικροσκόπιο είναι αρκετές για να εντοπιστούν ακόμη και σε πολύ φθαρμένα αντικείμενα όπως τα ασπιδόσχημα διακοσμητικά αντικείμενα από νεκροταφείο των Μυκηνών **(εικ.69)**. Οι γωνίες Schreger, έχουν μελετηθεί για να γίνει διάκριση μεταξύ του ελεφαντόδοντου των μαμούθ και των ελεφάντων ακόμη και μεταξύ των ασιατικών και αφρικανικών ελεφάντων. Οι βαριά λυγισμένοι χαυλιόδοντες από μαμούθ εμφανίζουν οξείες γωνίες στις γραμμές Schreger κάτω των 90°, ενώ οι ελαφρώς κυρτοί ή επιμήκεις χαυλιόδοντες ελέφαντα δείχνουν γωνίες σε αμβλεία γραμμή Schreger 100° ή περισσότερους βαθμούς. Είναι καλύτερα ορατές στους κώνους της εξωτερικής οδοντίνης δίπλα στην ένωση οδοντίνης και οστεΐνης⁴¹⁶. Επειδή κάποιες φορές αντικείμενα από μαμούθ και ελέφαντα μπορεί να παρουσιάζουν γωνίες μεταξύ 90° και 115° στις εξωτερικές γραμμές Schreger, ο διαχωρισμός ανάμεσα στα θηλαστικά θα πρέπει να μη βασίζεται μόνο σε απλές μετρήσεις των γωνιών, καθώς μπορεί να αλληλοκαλύπτονται **(εικ.70)**. Με τη λήψη του μέσου όρου των 10 ή περισσότερων γωνιών (5 κοίλων και 5 κυρτών) από κάθε δείγμα, μπορεί να παραχθεί ένας εμφανής διαχωρισμός, με μέση τιμή στον ελέφαντα πάνω από 100° και στο μαμούθ κάτω από 100°⁴¹⁷. Αν και η μικροδομική προέλευση του προτύπου Schreger δεν είναι ακόμα απόλυτα κατανοητή, η 3D διαμόρφωση των σωληναρίων οδοντίνης είναι υπό γενετικό

415 Krzyszkowska 1998, 212; Krzyszkowska 1990, V.

416 Steguweit 2015, 313.

417 Espinoza and Mann, 1999, 11.

έλεγχο και ως εκ τούτου χαρακτηριστική για τα αντίστοιχα είδη από ελεφαντόδοντο⁴¹⁸. Η διάκριση ανάμεσα στον αφρικανικό και τον ασιατικό ελέφαντα έχει αποδειχθεί πιο δύσκολη υπόθεση. Δοκιμαστικές μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε 13 δείγματα χαυλιόδοντων από τουλάχιστον 6 είδη, χρησιμοποιώντας τα παραπάνω δεδομένα, έδειξαν ότι τόσο η απόσταση από τον άξονα του χαυλιόδοντα, όσο και τη γωνία Schreger, συμβάλλουν περισσότερο στην διάκρισή τους. Η τεχνική αυτή φαίνεται να δίνει ακρίβεια μεγέθους 100%, όμως χωρίς την πληροφορία της τοποθεσίας των προς μέτρηση γωνιών, η ακρίβεια πέφτει στο 73-88%. Ωστόσο, αυτά τα αποτελέσματα βασίστηκαν σε ένα δείγμα από κάθε ελέφαντα (ασιατικό και αφρικανικό), άγνωστης ηλικίας. Ουσιαστικότερη μελέτη βασισμένη σε 480 δείγματα, που συμπεριλάμβανε χαυλιόδοντες και αντικείμενα κι από τα δύο είδη, δεν υποστήριξε τα προηγούμενα αποτελέσματα καθώς επιβεβαίωσε ότι η καμπυλότητα των γωνιών σχετίζεται με την ηλικία. Η καμπυλότητα εμφανίζεται μεγαλύτερη στον παλαιότερο χαυλιόδοντα, είτε βρίσκεται πλησίον της οστεΐνης, είτε προς την κορυφή του χαυλίου. Επομένως η καμπυλότητα ποικίλει τόσο κατά μήκος της ακτίνας του χαυλίου όσο και με την τοποθεσία της στο εγγύς άκρο σε διατομή. Συγκρίνοντας τις μετρήσεις σε διατομές από διαφορετικές τοποθεσίες του εγγύς άκρου συμπεραίνεται ότι το εύρος μεταβλητότητας των εξωτερικών γωνιών Schreger του ασιατικού και αφρικανικού ελέφαντα, επικαλύπτεται πλήρως⁴¹⁹. Δυστυχώς, αυτές οι χαρακτηριστικές γωνίες, σπάνια διατηρούνται στα ελεφαντόδοντα που είναι σε μεγάλο βαθμό φθαρμένα ή χρωματισμένα⁴²⁰.

Μόνο τα προβοσκιδοειδή εμφανίζουν τους σχεδιασμούς Schreger ως διακοπτόμενες καμπυλωτές γραμμές και όταν είναι ορατές, αυτό το χαρακτηριστικό επιτρέπει τη διάκριση από άλλες μορφές ελεφαντόδοντου (**εικ.71**). Κάθε τύπος του υλικού εμφανίζει περισσότερο ή λιγότερο τέτοια διακριτά χαρακτηριστικά στοιχεία. Για παράδειγμα το ελεφαντόδοντο από θαλάσσιο ίππο παρουσιάζει μια διακριτή κεντρική οδοντωτή οδοντίνη, ενώ στους κυνόδοντες του ιπποπόταμου και του αγριόχοιρου τα στρώματα οδοντίνης (lamellae) αντικατοπτρίζονται στην τριγωνική διατομή του χαυλίου. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι εμφανή σε επεξεργασμένα τμήματα, όμως η αναγνώρισή τους κυρίως όταν τα αντικείμενα έχουν σμιλευτεί σε μεγάλο βαθμό, έχουν φθαρεί ή θρυμματιστεί, ή επίτηδες έχει τροποποιηθεί η εξωτερική του επιφάνεια, είναι δύσκολο να αναγνωριστούν⁴²¹. Είναι σημαντικό, ωστόσο, ο ερευνητής να έχει στη διάθεσή υλικά αναφοράς και εικόνες με καλές λεπτομέρειες από τους υπό εξέταση χαυλιόδοντες (**εικ.72**)

418 Reiche and Gourrier 2016, 9.

419 Edwards and O'Connor 2012, 452.

420 Reiche and Gourrier 2016, 83.

421 Edwards and O'Connor 2012, 452.

και από άλλα θηλαστικά ή υποκατάστατα ελεφαντόδοντου, ώστε να μπορεί να συγκρίνει το υπό εξέταση αντικείμενο.

Τα στρώματα οδοντίνης (lamellae) του ελεφαντόδοντου από ιπποπόταμο συχνά μοιάζουν κυματοειδή και διακεκομμένα αντίθετα από τα κανονικά, πολύ ομαλά στρώματα του ελέφαντα και αναγνωρίζονται εύκολα υπό μεγέθυνση⁴²². Αυτό παρέχει ένα χρήσιμο διαγνωστικό τεστ ιδιαίτερα όταν εξετάζονται μικρά αντικείμενα, όπως ενθέσεις. Σε εγκάρσια τομή τα lamellae των κοπτήρων βρίσκονται σε ένα υπο-κυκλικό σχεδιασμό που αντιστοιχεί στο σχήμα του ίδιου του χαυλιόδοντα. Στο κέντρο βρίσκεται η κεντρική γραμμή (heartline), ένα χαρακτηριστικό που σχετίζεται με τη διαμόρφωση της οδοντίνης. Ίχνη αυτής μερικές φορές διακρίνονται στο κέντρο των, κυλινδρικών κυρίως, σφραγίδων. Σε διαμήκη τμήματα, μακριά κυματώδη lamellae βρίσκονται είτε δίπλα από την κεντρική γραμμή που μοιάζει σαν γραμμή τέλειων μαύρων σημείων ή λεπτών τρυπών. Η σημασία αυτού του χαρακτηριστικού στην πράξη της αναγνώρισης είναι περιορισμένη, και εφαρμόζεται μόνο όταν η εκτεθειμένη επιφάνεια ενός αντικειμένου προσκρούει επάνω στην κεντρική γραμμή, στοιχείο που ανιχνεύεται μόνο με εξαιρετικά στενή παρατήρηση⁴²³.

Στο κέντρο του χαυλιόδοντα, η οδοντίνη συνεχώς σχηματίζεται στην πολφική κοιλότητα. Η επιφάνεια που βρίσκεται στην ένωση μεταξύ της πολφικής κοιλότητας και της νεοσχηματισθείσας οδοντίνης είναι γνωστή ως σύμφυση. Στο εγγύς άκρο και σε ανώριμους χαυλιόδοντες, όπου η πολφική κοιλότητα δεν έχει κλείσει επάνω, η σύμφυση εμφανίζεται ως γωνιώδης ρωγμή, το ίδιο και προς το απομακρυσμένο άκρο αυτό αντιπροσωπεύει ένα σημείο αδυναμίας του χαυλιόδοντα ιπποπόταμου. Από αυτό προκύπτει μια φυσική γραμμή κατάγματος κατά μήκος του χαυλιόδοντα ο οποίος θα χωρίσει όταν στεγνώσει. Η γωνιώδης ρωγμή και το κάταγμα που προκαλείται από τη σύμφυση μπορεί συχνά να παρατηρηθεί κυρίως στις προ-ανακτορικές κυλινδρικές σφραγίδες, παρέχοντας ένα άμεσο μέσο αναγνώρισης. Η σύμφυση επίσης συχνά παρατηρείται ως μια ελαφρά καμπύλη γραμμή ή τοξοειδές ράγισμα κατά μήκος των πλευρών στις πυξίδες με τη μορφή πάπιας⁴²⁴. Στον αιγιακό χώρο ανευρέθηκαν μικρές σφραγίδες και ενθέματα, τα οποία προέρχονται από κυνόδοντες και κοπτήρες ιπποπόταμου. Σε μικρές σφραγίδες και ένα σφραγιδοκύλινδρο από την Αγία Τριάδα στην Κρήτη, η γραμμή της σύμφυσης (commisure) φαίνεται σαν σπάσιμο ή ράγισμα. Σε κεφαλές ράβδων σε σχήμα ροδιού που φυλάσσονται στο Κυπριακό Μουσείο Λευκωσίας η γραμμή της σύμφυσης (commisure)

422 Krzyszkowska 1998, 213; Stern and Thimme 2007, 21.

423 Krzyszkowska 1998, 214.

424 Krzyszkowska, 1998, 214; Παντελής 2013, 46.

εμφανίζεται επίσης σαν ράγισμα⁴²⁵, ενώ στο μικρό ένθετο από το Μουσείο Petrie η γραμμή της σύμφυσης παρουσιάζεται με τις χαρακτηριστικές οπές (εικ.73). Οι Caubet και Poplin παρατήρησαν ότι ανεπιθύμητα χαρακτηριστικά και σημεία που θα μπορούσαν στο μέλλον να προκληθούν φθορές, αποφεύγονταν από τον έμπειρο τεχνίτη, όμως όταν διασώζονται προσφέρουν στοιχεία στην αναγνώριση. Αν και πρέπει να εξεταστεί σε ποιο βαθμό τα στοιχεία αυτά θα ήταν μειονεκτήματα στη σμίλευση, σε γενικές γραμμές είναι αναμφίβολα αλήθεια πως οι χτένες και τα περισσότερα πλακίδια δεν κατασκευάζονταν από κυνόδοντες. Έχει παρατηρηθεί όμως, ότι σε πολλά μικρά αντικείμενα η σύμφυση και το κάταγμα δεν είχαν αποφευχθεί⁴²⁶.

Ο σχηματισμός της οδοντίνης στους κάτω κυνόδοντες είναι περίπλοκος, αλλά η προκύπτουσα εικόνα έχει μεγάλη αξία σε ταυτοποιήσεις. Σε εγκάρσιες τομές τα στρώματα οδοντίνης είναι τοποθετημένα σε ένα τριγωνικό σχέδιο που αντιστοιχεί στο σχήμα του χαυλιόδοντα. Η οδοντίνη σε διαμήκεις τομές παρουσιάζει μια μοναδική διαμόρφωση. Η εσωτερική οδοντίνη (στην πραγματικότητα, η νεοσυσταθείσα οδοντίνη), που βρίσκεται στο κέντρο του χαυλιόδοντα, συγκρινόμενη με την εξωτερική οδοντίνη, φαίνεται συχνά μαρμάρινη και κάπως ημιδιαφανής, ή ελαφρώς αποχρωματισμένη με ένα πρασινωπό ιριδισμό⁴²⁷. Η σύμφυση εμφανίζεται εδώ να βρίσκεται σε κάθε πλευρά της εσωτερικής οδοντίνης και φαίνεται να τη διαχωρίζει από τα μακριά κυματιστά lamellae της «εξωτερικής οδοντίνης». Η διαμόρφωση αυτή μπορεί να παρατηρηθεί σε ένθετα και πλακίδια, κομμένα κατά μήκος από τη μέση του χαυλιόδοντα. Σε άλλα αντικείμενα που διασχίζουν την σύμφυση στη διαμήκη πλευρά της, αυτό το χαρακτηριστικό μπορεί να φαίνεται σαν μια γραμμή από τελείες, ενώ αλλού μοιάζει με μια ρητινώδη κηλίδα, ανάλογα με το βαθμό στον οποίο η επιφάνεια του αντικειμένου που εκτίθεται έχει έλθει σε επαφή με αυτό το χαρακτηριστικό. Παραλλαγές στην παράταξη του «εσωτερικού της οδοντίνης» και της σύμφυσης μπορούν επίσης να βρεθούν. Αυτά υπολογίζονται από τα τμήματα του χαυλιόδοντα που χρησιμοποιήθηκαν και επίσης από τις γωνίες στις οποίες διαμορφώθηκαν τα αντικείμενα. Είναι σπάνιο για τη σύμφυση να είναι ορατή σε περισσότερες από μία επιφάνειες και αυτή είναι συνήθως η κάτω πλευρά που καθιστά την άμεση παρατήρηση ιδιαίτερα σημαντική για τον προσδιορισμό του ελεφαντόδοντου από ιπποπόταμο. Πολλά αντικείμενα, ωστόσο, είναι κατασκευασμένα χωρίς να διέρχονται από τη σύμφυση, αλλά η χαρακτηριστική εμφάνιση και οι σχηματισμοί της οδοντίνης δίνουν τη δυνατότητα να διακριθεί το ελεφαντόδοντο που προέρχεται από τους κάτω κυνόδοντες ιπποπόταμου ή από χαυλιόδοντες ελέφαντα. Αντικείμενα από κοπήρες και κάτω κυνόδοντες μπορούν να διακριθούν επίσης, αν

425 Παντελής 2003, 344.

426 Krzyszkowska 1988, 215.

427 Krzyszkowska 1990, 44; Espinoza and Mann 1999, 20.

και αυτό μπορεί να αποδειχθεί πιο δύσκολη υπόθεση όταν οι σχηματισμοί έχουν σβηστεί από τα εργαλεία επεξεργασίας⁴²⁸.

9.2.3 Φωτογράφιση υπό UV φωτισμό

Τα υπό εξέταση αντικείμενα με την τεχνική αυτή, φωτογραφίζονται κάτω από UV φωτισμό σε σκοτεινό δωμάτιο. Ο φωτισμός UV αποδεικνύει μερικά σύνθετα χαρακτηριστικά των αντικειμένων, καθώς κάτω από την υπεριώδη ακτινοβολία το οργανικό υλικό εμφανίζεται λευκό, ενώ το μη οργανικό υλικό απορροφά το φως και φαίνεται σκοτεινότερο. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για την αναγνώριση προηγούμενων επεμβάσεων συντήρησης, αλλά επίσης η υπεριώδης ακτινοβολία ενισχύει την παρουσία αρχαίων χρωστικών ουσιών. Επιπλέον, με τη χρήση ψηφιακού φορητού μικροσκοπίου, μπορούν να ληφθούν μεγεθυμένες εικόνες, τόσο με φως ημέρας όσο και με υπεριώδη ακτινοβολία, προκειμένου να τεκμηριωθεί η κατάσταση της επιφάνειας των υπό εξέταση αντικειμένων⁴²⁹ (εικ.74-75).

9.2.4 Βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία αναγνώρισης οστέινων αντικειμένων

Η πρώτη ύλη προέρχεται από το τέλος μιας αλυσίδας κατανάλωσης που αρχίζει όταν το ζώο έχει επιλεγεί για σφαγή είτε από κοπάδι κατοικίδιων ζώων είτε από τη λεία κυνηγών. Ακόμη και σε αυτό το σημείο, η επιλογή του ζώου μπορεί να επηρεάσει τα είδη των αντικειμένων που θα δημιουργηθούν από τα οστά τους⁴³⁰. Μόνο τα φρέσκα ή νωπά, άψητα, οστά μπορούν να επεξεργαστούν. Τα μεταπόδια⁴³¹ των μηρυκαστικών έχουν μικρή σάρκα και περιορισμένες ποσότητες μυελού και ως εκ τούτου απορρίπτονται. Επιπλέον, οι άξονές τους είναι ίσιοι, με αρκετού πάχους τοιχώματα και εξαιρετικά δυνατοί, καθιστώντας τους ιδανικούς για ένα ευρύ φάσμα χρηστικών και διακοσμητικών αντικειμένων. Αυτά περιλαμβάνουν εργαλεία, καρφίτσες, ένθετα, μενταγιόν, δαχτυλίδια, φυλαχτά και ολόγλυφα αγαλματίδια μικρού μεγέθους. Αντίθετα, τα οστά των άνω άκρων καλύπτονται με περισσότερη σάρκα, είναι λιγότερο ευθεία και έχουν λεπτότερα τοιχώματα, χαρακτηριστικά που τα κάνουν λιγότερο κατάλληλα για επεξεργασία. Από τα πεπλατυσμένα οστά, οι ωμοπλάτες είναι πιθανώς οι πιο ευπροσάρμοστες, παρέχοντας σχετικά μεγάλα επίπεδα τεμάχια για να κατασκευαστούν χτένες, ένθετα και πλακίδια. Τα οστά των πλευρών χρησιμοποιούνται περισσότερο για εργαλεία⁴³². Τα κέρατα των ελαφιών, για παράδειγμα, επιλέγονται επειδή παρέχουν τις λειτουργικές απαιτήσεις που ήταν αναγκαίες για

428 Krzyszkowska 1998, 215.

429 Affanni 2015, 61.

430 Choyke 2003, 141.

431 Τμήμα τού άκρου των τετράποδων σπονδυλωτών που λέγεται μετακάρπιο, προκειμένου για το πρόσθιο, και μετατάρσιο προκειμένου για το οπίσθιο άκρο.

432 Krzyszkowska and Morkot 2000, 327.

μεγάλο μέρος του προϊστορικού εξοπλισμού για το κυνήγι (π.χ. αιχμές) λόγω της εξαιρετικής δυσκαμψίας και σκληρότητας του υλικού. Οστά βοοειδών έχουν επιλεγεί για να χρησιμοποιηθούν για μεγαλύτερα αντικείμενα, ενώ εκείνα των μικρότερων θηλαστικών για να κατασκευαστούν κομβία, βελόνες κτλ.⁴³³. Το ακατέργαστο υλικό επομένως, προέρχεται από διάφορα ανατομικά μέρη. Αν και η μορφή και το σχήμα τους περιορίζει την ακτίνα των τελικών προϊόντων, συναντάται μια ποικιλία χρηστικών και διακοσμητικών αντικειμένων. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να θεωρηθούν τα οστέινα αντικείμενα κατώτερα από εκείνα από ελεφαντόδοντο⁴³⁴. Παρόλο που, όπως αναφέρθηκε, και τα δύο είναι μορφές του υδροξυαπατίτη, η χημική σύσταση, η φυσική δομή και τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν την επεξεργασία του ελεφαντόδοντου από ελέφαντα και του οστού είναι διαφορετικά⁴³⁵. Η κύρια δομική διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι το ελεφαντόδοντο δεν διαθέτει σύστημα μυελού των οστών ή αιμοφόρων αγγείων, αλλά αποτελεί ουσιαστικά υλικό των δοντιών. Είναι συνήθως πιο λευκό, σκληρότερο, πυκνότερο και βαρύτερο από τα οστά. Το νωπό οστό περιέχει τρία κύρια συστατικά. Ένα σύστημα πρωτεΐνης, ένα ανόργανο που ενδυναμώνει την πρωτεΐνη και μια βασική ουσία άλλων οργανικών συστατικών. Τα τρία αυτά συστατικά παρουσιάζονται σε διαφορετικές αναλογίες σε διαφορετικούς σκληρούς ιστούς⁴³⁶. Το οστό αποτελείται μακροσκοπικά από δύο κύριους δομικούς σχεδιασμούς. Τα συνενωμένα άκρα των μακρών οστών και τα ομοιόμορφα οστά όπως το στέρνο και το κρανίο, περιλαμβάνουν ένα εξωτερικό στρώμα συμπαγούς οστού (φλοιώδες οστό) που περιβάλλει ένα φέρον δίκτυο σημαντικών επιπέδων και αντρεϊσμάτων που ονομάζονται δοκίδες/*trabeculae* (σπογγώδες οστό), ενώ οι μέσοι άξονες των μακρών οστών περιλαμβάνουν κυρίως κοίλους σωλήνες φλοιώδους οστού⁴³⁷. Μικροσκοπικά, το οστό αποτελείται από ένα σκληρό, προφανώς ομοιογενές ενδοκυτταρικό υλικό εντός ή επί του οποίου υπάρχει ένας αριθμός χαρακτηριστικών κυτταρικών τύπων που συμπεριλαμβάνουν ενεργούς ή ανενεργούς οστεοβλάστες, οστεοπαραγωγούς, οστεοκύτταρα και οστεοκλάστες. Οι οστεοβλάστες είναι κύτταρα υπεύθυνα για τον σχηματισμό του οστού που εκκρίνουν το οστεοειδές, ένα μείγμα πρωτεϊνών που στη συνέχεια ανοργανοποιείται με τον ανθρακικό HAP για να δημιουργηθεί το άκαμπτο, ανθεκτικό στερεό, που είναι το ασβεστοποιημένο οστό. Αυτά τα κύτταρα αλληλοσυνδέονται μέσα σε ένα δίκτυο από πόρους

433 Reiche και Gourrier 2016, 89.

434 kzyzkowska and Morkot 2000, 327.

435 Stern and Thimme 2007, 16-7.

436 O' Connor 1987, 6.

437 Βλ. Currey (2002) όπου σε μια ολοκληρωμένη και προσβάσιμη μελέτη, εξηγεί τι είναι γνωστό για τη δομή και τη μηχανική των οστών, τα οστά και τα δόντια. Ο Currey ενσωματώνει κρίσιμες νέες έννοιες και ευρήματα από τις δύο δεκαετίες έρευνας και δείχνει πώς η οστική δομή και οι μηχανικές ιδιότητες του οστού είναι στενά συνδεδεμένες μεταξύ τους και πώς οι μηχανικές ιδιότητες του υλικού αλληλεπιδρούν με τη δομή ολόκληρων οστών για να παράγουν μια προσαρμοσμένη δομή.

που εκπροσωπούνται από τους Haversian και Volkmann αγωγούς που μεταφέρουν επίσης αιμοφόρα αγγεία, νεύρα και που συγκρατούν επίσης μικρά κανάλια⁴³⁸. Το Haversian σύστημα μπορεί να παρατηρηθεί στη σμιλεμένη επιφάνεια των οστών χρησιμοποιώντας ένα φακό της τάξης του 10X. Αυτά τα κανάλια έχουν σπογγώδη⁴³⁹ εμφάνιση και παρατηρούνται ως μικροσκοπικά σκοτεινά σημεία, φρέατα, ή γραμμές επί της επιφανείας των αντικειμένων από οστό στα σμιλεμένα αντικείμενα (λεπτά σκούρα σημεία). Η εμφάνισή τους συχνά συνοδεύεται από την παρουσία αποχρωματισμένου οργανικού υλικού το οποίο προσκολλάται στα τοιχώματα των κοιλοτήτων⁴⁴⁰. Το σχήμα των κρυστάλλων απατίτη έχει διακριθεί σε δύο μορφές. Η κοινή γνώμη είναι ότι έχουν τη μορφή βελονών, αλλά ορισμένοι ερευνητές ισχυρίστηκαν ότι αυτές στην πραγματικότητα έχουν πιο επίπεδη απόληξη. Ανεξαρτήτως της μορφής τους, οι κρύσταλλοι απατίτη, οι οποίοι ευθυγραμμίζονται και συνδέονται με τα ινίδια κολλαγόνου διακρίνονται μόνο με εξοπλισμό υψηλής ανάλυσης. Το πάχος τους είναι της τάξης των 4 nm, έτσι ώστε να είναι αρκετά αόρατοι κάτω από το συμβατικό οπτικό μικροσκόπιο. Μια ορισμένη ποσότητα άμορφου (μη κρυσταλλικού) απατίτη υπάρχει επίσης στο ανόργανο κλάσμα⁴⁴¹ (**εικ.76**).

Δυστυχώς τα οστά, ως υλικό, αντιμετώπισαν προκατάληψη στην αρχαιολογική βιβλιογραφία. Το οστό συμπεριλαμβάνεται στα υλικά που λανθασμένα χαρακτηρίζονταν για χρόνια ως ελεφαντόδοντο⁴⁴² (ή και το αντίθετο) καθώς το χρώμα και η στιλβωμένη επιφάνεια μπορεί να ποικίλει και στα δύο υλικά, ώστε να μην υπάρχουν αξιόπιστες μέθοδοι οπτικής αναγνώρισης. Αντίθετα από το ελεφαντόδοντο, το οστό καθώς είναι κατάλληλο για εργαλεία και σκεύη, πινακίδια και ένθετα, χρησιμοποιήθηκε ευρέως από διάφορα θηλαστικά, κυρίως τα μεγαλύτερα, όπως τα βοοειδή. Επί του παρόντος, η αναγνώριση του οστού βασίζεται περισσότερο σε μορφολογικά χαρακτηριστικά τα οποία όμως καταστρέφονται όταν το οστό κόβεται σε πλακίδια. Εξέταση στην πίσω όψη οστέινων πλακιδίων (όταν είναι εφικτή) αποκαλύπτει μια χαρακτηριστική σπογγώδη υφή και ακόμα με πολύ μικρή μεγέθυνση είναι εύκολο να εμφανιστούν μικρές κουκίδες ή γραμμές των θρεπτικών τρημάτων (**εικ.77**). Οι μικροσκοπικές και αναλυτικές τεχνικές δεν εφαρμόζονται σταθερά για την αναγνώριση των

438 Martinez 2015, 47. Οι οστεοβλάστες παράγουν επίσης ορμόνες που έχουν ρόλο στην ανοργανοποίηση των οστών. Τα οστεοκύτταρα είναι κύτταρα που δημιουργούνται όταν οι οστεοβλάστες παγιδεύονται εντός της μήτρας που παράγουν, καταλαμβάνοντας χώρους στα γνωστά κενά των οστών. Οι οστεοκλάστες είναι υπεύθυνοι για την οστεϊκή απορρόφηση.

439 Υπάρχει γενικά ένα μεγαλύτερο ποσοστό σπογγώδους υλικού στα οστά των θαλάσσιων θηλαστικών που χρησιμοποιούνται ευρέως από τους παράκτιους λαούς, από ό,τι στα οστά των θηλαστικών της γης.

440 Espinoza and Mann, 1999, 26; Sims et al. 2011, 40; O' Connor 1987, 6.

441 MacGregor 1985, 4.

442 Συχνά υπάρχει αυτή η λανθασμένη εκτίμηση των υλικών. Ένα αντικείμενο από οστό συχνά έχει αποδοθεί σε ελεφαντόδοντο, γεγονός που επιφέρει στο υλικό μια περισσότερο πολυτελή αξία. Τέτοιες περιπτώσεις κρίνουν ιδιαίτερος σημαντική τη διάκριση και αναγνώριση των υλικών αυτών και την προέλευσή τους.

ειδών σε ευρήματα επεξεργασμένου οστού αν δεν βρεθούν στο ίδιο εργαστήριο και μη επεξεργασμένα οστά⁴⁴³ που θα προκαλέσουν το ενδιαφέρον για περαιτέρω έρευνα. Στην περίπτωση που εφαρμόζεται UV ακτινοβολία το υλικό φθορίζει, όπως και το ελεφαντόδοντο καθώς και τα δύο υλικά έχουν παρόμοια σύνθεση⁴⁴⁴. Συνήθως η ταυτοποίηση των συγκεκριμένων οστών στον σκελετό και του είδους ζώου από το οποίο προέρχονται, απαιτούν την προσοχή εμπειρογνώμονα ζωολόγου, αν και στην περίπτωση της αρχαιολογικής έρευνας, ο χαρακτηρισμός «οστό» συχνά αρκεί. Στο πεδίο εφαρμογής αξίζει επίσης να γίνει προσπάθεια ενσωμάτωσης των στοιχείων της ζωολογίας και της αρχαιολογίας για τα οστά, προκειμένου να διερευνηθούν τα πρότυπα εκμετάλλευσης και επιλογής⁴⁴⁵.

9.3. Η εφαρμογή της αναλυτικής χημείας στην αναγνώριση του ελεφαντόδοντου

Η ταυτοποίηση οργανικών υλικών σε αντικείμενα αρχαιολογικού και ιστορικού ενδιαφέροντος περιλαμβάνεται στον κλάδο της αρχαιομετρίας και δίνει σημαντικές πληροφορίες για την κατασκευή και χρήση των προς μελέτη αντικειμένων. Με τον όρο αρχαιομετρία έχει ονομαστεί ο διεπιστημονικός κλάδος που αντλεί τα εργαλεία του από τεχνικές διαθέσιμες στις φυσικές επιστήμες, όπως η χημεία, η γεωλογία, και η βιολογία και βρίσκει εφαρμογή σχεδόν σε όλους τους τομείς της αρχαιολογίας, της ιστορίας και συντήρησης έργων τέχνης. Τα αρχαιολογικά και ιστορικά ερωτήματα που καλείται να απαντήσει περιλαμβάνουν τον εντοπισμό της προέλευσης και διακίνησης των πρώτων υλών και τελικών προϊόντων, τη διερεύνηση αρχαίων τεχνολογιών και τεχνικών, την εξέταση των διατροφικών συνηθειών του ανθρώπου, τη μελέτη και ανασύσταση του παλαιοπεριβάλλοντος, τον εντοπισμό θαμμένων αρχαιολογικών θέσεων, τη χρονολόγηση αντικειμένων και ανασκαφικών στρωμάτων και ευρημάτων, την ανάπτυξη τεχνικών για την αποκατάσταση και συντήρηση μνημείων, την ανάπτυξη διατάξεων για το μη καταστρεπτικό χαρακτηρισμό υλικών, καθώς και τον έλεγχο αυθεντικότητας μνημείων και έργων τέχνης⁴⁴⁶. Η μεγάλη ποικιλία αντικειμένων από ελεφαντόδοντο που έχουν διασωθεί από πολλούς αρχαίους πολιτισμούς, μπορούν να αξιοποιηθούν για μελέτες, όμως καθώς με την πάροδο του χρόνου το υλικό μπορεί να αλλάξει χρώμα και συνοχή, είναι οπτικά αδύνατο να καθοριστεί η προέλευση χωρίς να ληφθεί δείγμα από το αντικείμενο που μελετάται⁴⁴⁷.

Οι μελέτες των εργαλείων και των αντικειμένων τέχνης δεν ενδιαφέρουν μόνο, ώστε να αναγνωριστούν οι τεχνικές εργασίας και οι γνωστικές ικανότητες των ανθρώπων, αλλά επιπλέον

443 Stern and Thimme 2007, 17-20.

444 Sims et al. 2011, 41.

445 Kzyszkowska and Morkot 2000, 327.

446 Καρτσωνάκη 2012, 2.

447 Chaiklin 2010, 532.

επειδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ιχνηθέτες των κοινωνικών και τεχνολογικών ανταλλαγών μεταξύ των πολιτισμών. Χάρη στη νέα τεχνολογία είναι πλέον δυνατόν να εξεταστεί η δομή και η χημική σύσταση των δοντιών και οστών σε μικρο- και ακόμη και σε νανοκλίμακα. Υπάρχουν εύλογες αμφιβολίες σχετικά με την αξιοπιστία προηγούμενων ερμηνειών, και μπορεί να υποθεθεί ότι ένας μεγάλος αριθμός αντικειμένων έχουν κατά το παρελθόν αναγνωριστεί λανθασμένα. Ως εκ τούτου, με βάση την αξιόπιστη ταυτοποίηση των υλικών, το πληροφοριακό δυναμικό των αρχαιολογικών ευρημάτων μπορεί να αξιοποιηθεί καλύτερα και η εξάπλωση και η διακίνησή τους να μελετηθεί με έναν περισσότερο αξιόπιστο τρόπο⁴⁴⁸.

Τα ευρήματα οστών και δοντιών αποτελούν πολύτιμα αρχεία που καταγράφουν πληροφορίες για την πορεία και προέλευση ενός ζώου, όπως επίσης για το κλίμα του παρελθόντος και το είδος του περιβάλλοντος που αυτά διαβίωναν. Αυτές οι πληροφορίες είναι ενσωματωμένες στη βιοχημική σύνθεση των «ζωντανών» ανοργανοποιημένων ιστών κατά τη γένεσή τους, αλλά μπορεί να μεταβληθούν μετά το θάνατο και κατά την ορυκτοποίησή τους, δηλαδή στις διαδικασίες που κοινά δηλώνονται με τον όρο διαγένεση. Ο προσδιορισμός των οργανικών υλικών σε αρχαιολογικά αντικείμενα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκος. Η πολυπλοκότητα που παρατηρείται οφείλεται κυρίως στο ότι τα υλικά έχουν υποστεί σημαντική επεξεργασία ή φθορά και με την πάροδο του χρόνου υφίστανται αλλοίωση, όπως οξείδωση, υδρόλυση, αποσύνθεση, πολυμερισμό κτλ. των μορίων που περιέχονται σε αυτά, καθιστώντας επομένως δύσκολο τον προσδιορισμό στο αρχαιολογικό δείγμα των αρχικών υλικών που είχαν χρησιμοποιηθεί⁴⁴⁹. Τα δόντια και οι χαυλιόδοντες, όπως τα οστά και ακόμη τα κοχύλια, είναι σημαντικές πηγές, που παρέχουν ενδείξεις για τον τρόπο ζωής των θηλαστικών. Αντιπροσωπεύουν σημαντικά αρχεία πληροφοριών χάρη στις μακροσκοπικές και μικροσκοπικές τους ιδιότητες, που αποκαλύπτονται με την εφαρμογή ενός ιδιαίτερα αυξανόμενου αριθμού φυσικοχημικών μελετών αφιερωμένων στην αποσαφήνιση των δομικών, χημικών και ιστοτοπικών τους χαρακτηριστικών. Μέχρι τις τελευταίες δύο δεκαετίες, τα βιολογικά υλικά μελετούνταν με τη χρήση κονιοποιημένων δειγμάτων, στα οποία, η καταστροφή της δομικής τους σύνθεσης, οδήγησε σε σημαντική απώλεια πληροφοριών. Μέχρι σήμερα, πολλές προσπάθειες πραγματοποιήθηκαν για να ξεπεραστεί αυτό το πρόβλημα με τη βελτίωση των αναλυτικών⁴⁵⁰ διαδικασιών για την απόκτηση δεδομένων σχετικών με τα φυσικά και εικονικά

448 Reiche και Gourrier 2016, 89.

449 Καρτσωνάκη 2012, V.

450 Pollard 2007, 38-9. Η αναλυτική χημεία είναι κλάδος της χημείας που σχετίζεται με τον ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό ενός ή περισσότερων συστατικών ενός αγνώστου στοιχείου. Ο Ewing (1985, 1) την καθορίζει ως «την επιστήμη και τέχνη του καθορισμού της σύστασης των υλικών υπό τους όρους των στοιχείων ή των

τμήματα αυτών των υλικών. Δισδιάστατες και μερικές φορές τρισδιάστατες (2D και 3D) στοιχειακές, μοριακές, δομικές και ισοτοπικές απεικονίσεις ολόκληρων αντικειμένων έχουν γίνει δυνατές χάρη στις τεχνολογικές εξελίξεις αναλυτικών ανιχνευτών εστίασης, που χρησιμοποιούνται στις λειτουργίες σάρωσης και ανίχνευσης⁴⁵¹.

Γενικότερα, τα μορφολογικά και μικρομορφολογικά χαρακτηριστικά των διαφορετικών ειδών οργανικών υλικών έχουν ερευνηθεί με τη μικροσκοπία φωτός και ηλεκτρονίων⁴⁵². Η οργανική ύλη, η δομή και το περιεχόμενό της μελετήθηκαν με τη Mass Spectrometry (MS), την Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), και την Transmission Electron Microscopy (TEM). Η σύνθεση και η δομή της ανόργανης ύλης ερευνήθηκαν με τη βοήθεια της X-Ray Diffraction (XRD), της FTIR και της Raman Spectroscopy και επίσης διάφορες άλλες τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για την προβολή παραμέτρων όπως η κρυσταλλικότητα, η περιεκτικότητα σε ανθρακικά άλατα ή η πρόσληψη ξένων στοιχείων [Sr, F, σπάνια γεώδη στοιχεία (REE)]⁴⁵³. Οι ποικιλίες της δομικής σύνθεσης σε ιστολογική κλίμακα διερευνήθηκαν στο αρχαιολογικό υλικό με την τεχνική της micro-SAXS. Πρόσφατα, αναπτύχθηκαν νέα αναλυτικά πρωτόκολλα για τη διερεύνηση της σύνθεσης και των δομικών παραμέτρων σε μικρο- και νανοκλίμακα με τη βοήθεια της TEM σε πολύ λεπτά τμήματα, με τις 2D FTIR και Raman micro-Spectroscopy απεικονίσεις, με την Απεικόνιση Ποσοτικής Σάρωσης SAXS (qsSAXSI) και με την Πλήρους Πεδίου 2D Χημική Απεικόνιση, χρησιμοποιώντας micro-XRF και PIXE τεχνικές⁴⁵⁴ που θα αναλυθούν παρακάτω. Αυτές οι μέθοδοι αναπτύχθηκαν σε σύγχρονα και πειραματικά διαταραγμένα (με θέρμανση) δείγματα οστών, και εφαρμόστηκαν επίσης σε αρχαιολογικά δείγματα. Συγκεκριμένα, η απεικόνιση με μικροσκοπική φασματοσκοπία FTIR, χρησιμοποιώντας ακτινοβολία σύγχροτρου, πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά σε ιστολογικά λεπτά τμήματα (<2 μm πάχος) σε κατάσταση μετάβασης για την ποιοτική και ποσοτική διερεύνηση του ανόργανου (την κρυσταλλικότητα του ανόργανου, την περιεκτικότητα ανθρακικών αλάτων, την παρουσία αυτογενών ορυκτών) και των οργανικών φάσεων (μεταβολές του κολλαγόνου και περιεκτικότητα) στα δείγματα. Η μικρο-Φασματοσκοπία FTIR σε

συστατικών που περιέχονται σε αυτά».

451 Reiche and Gourrier 2016, 76.

452 Η εφαρμογή της αναλυτικής χημείας αναπτύχθηκε για την αντιμετώπιση της παράνομης διακίνησης ελεφαντόδοντου, κυρίως μετά την ίδρυση του CITES, (Σύμβαση για το Διεθνές Εμπόριο των προς Εξαφάνιση Ειδών της Αγρίας Πανίδας και Χλωρίδας), όπου το 1975 κατέστησε τους ελέφαντες στο μέγιστο επίπεδο επικινδυνότητας για εξαφάνιση. Bracco et al. 2013, 240.

453 Reiche και Gourrier 2016, 94.

454 Η σωματιδιακή εκπομπή ακτίνων X (Proton induced X-ray emission-PIXE), μέθοδος κατά την οποία αντί για ακτίνες X ή ηλεκτρόνια χρησιμοποιούνται πρωτόνια για να δημιουργηθούν οι αρχικές κενές θέσεις στα εσωτερικά κελιά των ηλεκτρονίων. Pollard et al. 2007, 116.

κατάσταση Εξασθενημένης Ολικής Ανάκλασης (ATR)⁴⁵⁵ εφαρμόστηκε αργότερα για να είναι σε θέση να αναλύσει σκληρά και εύθραυστα δείγματα που είναι αδύνατο να κοπούν σε πολύ λεπτά τμήματα. Το ποσοτικό sSAXSI εφαρμόστηκε σε παρόμοια δείγματα και το TEM σε πολύ λεπτά τμήματα όπου επιτρέπει την περιγραφή της υφής τους και την κρυσταλλική κατανομή. Η άμεση σύζευξη μεθόδων όπως SAXS / WAXS και Raman, παρέχει έναν ισχυρό τρόπο για τον χαρακτηρισμό των αρχαιολογικών δειγμάτων δεδομένου ότι οι πληροφορίες λαμβάνονται σε ίδια σημεία και στην ίδια κλίμακα ανάλυσης του δείγματος. Η οργανική φάση μπορεί να αναλυθεί στο υπερμοριακό μέχρι το μοριακό επίπεδο. Η βασική οργανική φάση των αρχαιολογικών βιοανόργανων, το κολλαγόνο, μπορεί να αναλυθεί με FTIR μέσω της ανίχνευσης των ζωνών απορρόφησης. Αυτές οι ζώνες αντανακλούν μεταξύ πολυπεπτιδικών ομάδων και πλευρικών αλυσίδων αμινοξέων. Η δομή δευτερογενούς πρωτεΐνης μπορεί επίσης να αναλυθεί. Η micro-FTIR απεικόνιση σε λεπτά τμήματα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της οργανικής φάσης σε ιστολογική κλίμακα. Επιπροσθέτως, η ανάλυση της κατάστασης διατήρησης της οργανικής φάσης στο επίπεδο των μικροσκοπικών ινών μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας διαφορετικά είδη μικροσκοπίων όπως το TEM και η Scanning Transmission X Ray Microscopy (STXM)^{456,457}. Η Τομογραφία μικρο-Υπολογιστή (μ-CT) είναι μια επιπλέον εφαρμογή της σύγχρονης τεχνολογίας καθώς είναι σε θέση να αναγνωρίσει τις εσωτερικές μη ορατές μικροδομές προκειμένου να προσδιορίσει την πρώτη ύλη, δηλαδή τις βαθμιδωτές σειρές της απόθεσης οδοντίνης, οι οποίες αναγνωρίζονται με κλίμακα ελάχιστης χρονικής ανάπτυξης τον ένα χρόνο⁴⁵⁸ (εικ.78). Μια από τις πιο σημαντικές και ευαίσθητες αναλυτικές τεχνικές σήμερα είναι η Mass Spectroscopy η οποία με τη χρήση σταθερών ισοτόπων επιτρέπει τον καθορισμό των στοιχειακών συγκεντρώσεων και μορίων, την ισοτοπική ανάλυση των ειδών, την ανάλυση οργανικών υλικών και επιφανειών κ.ά. Ανάλογα με τον τύπο της πηγής των ιόντων, τον διαχωριστή ιόντων και τον ανιχνευτή, έχουν αναπτυχθεί διάφορες εκδοχές της φασματομετρίας μάζας που έχουν χρησιμοποιηθεί στις αρχαιομετρικές έρευνες, όπως ο Θερμικός Ιονιστής Φασματοσκοπίας Μάζας (Thermal Ionization Mass

455 Στην περίπτωση της εσωτερικής ή εξασθενημένης ολικής ανάκλασης (ATR) το δείγμα τοποθετείται σε επαφή με διαπερατό υλικό με υψηλότερο δείκτη διάθλασης και συντελείται πολλαπλή ανάκλαση, όπου συμβαίνει παράλληλα και μικρή απορρόφηση της ακτινοβολίας που εισέρχεται μέσα στο δείγμα, σε βάθος ανάλογο με το μήκος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. (Lebon et al. 2016; Mazzeo et al. 1999).

456 https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_transmission_X-ray_microscopy, Η τεχνική STXM που χρησιμοποιεί τη φασματοσκοπία απορρόφησης ακτίνων X μπορεί να εφαρμοστεί σε πλήρως ενυδατωμένα βιολογικά μόρια λόγω της ικανότητας των ακτίνων X να διεισδύσουν στο νερό. Οι ελαφρές ακτίνες X αλληλεπιδρούν σχεδόν με όλα τα στοιχεία και επιτρέπουν τη χαρτογράφηση χημικών ειδών με βάση τη δομή τους. Το STXM επιτρέπει τη μελέτη πολλών ζητημάτων σχετικά με τη φύση, την κατανομή και τον ρόλο των πρωτεϊνών, των υδατανθράκων, των λιπιδίων και του νουκλεϊκού οξέος.

457 Reiche και Gourrier 2016, 94-5.

458 Liesau et al. 2011, 381.

Spectroscopy, TIMS⁴⁵⁹), που χρησιμοποιείται για μετρήσεις ισοτοπικών αναλογιών και για την ραδιοισοτοπική χρονολόγηση με ακρίβεια καλύτερη από 0.01%. Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η πιθανότητα να συμβεί αλλαγή στην ισοτοπική σύνθεση κατά τον ιονισμό, δηλ. τα ελαφρά ισότοπα εξατμίζονται πιο εύκολα από τα βαριά από την επιφάνεια του δείγματος. Η Φασματοσκοπία Μάζας (TIMS, ICP-MS και LA-ICP-MS) χρησιμοποιείται στις μελέτες προέλευσης εξαιτίας του ουσιώδους αριθμού των καθορισμένων στοιχείων που μπορεί να εντοπίσει με μεγάλη ακρίβεια και χαμηλά όρια ανίχνευσης. Ο προσδιορισμός των ισοτοπικών αναλογιών των Pb, Sn, Sr, Cu, S, C, N, O και H, επιτρέπει όχι μόνο την εξέταση της προέλευσης διαφόρων αντικειμένων, αλλά και τον προσδιορισμό της παλαιοδιατροφής, της μετανάστευσης ανθρώπων και ζώων, του παλαιοκλίματος και άλλων ειδικών χαρακτηριστικών της αρχαίας ζωής⁴⁶⁰. Μια άλλη μέθοδος για τον προσδιορισμό της προέλευσης σε βιολογικούς ιστούς όπως το ελεφαντόδοντο είναι η ανάλυση ιχνοστοιχείων. Με την ανάλυση των ιχνοστοιχείων μετράται η ποσότητα σε μέρη ανά εκατομμύριο (ppm), στο ελεφαντόδοντο και επομένως χρησιμοποιείται συχνά για τη μέτρηση των βαριών στοιχείων που συλλέγονται από το ανόργανο τμήμα του οστού, όπως το στρόντιο (Sr) και ο ψευδάργυρος (Zn). Αυτή η μέθοδος διακρίνει τους πληθυσμούς με βάση τις συγκεντρώσεις συγκεκριμένων στοιχείων στο ελεφαντόδοντο. Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι η Ενεργοποίηση Νετρονίων⁴⁶¹, η Φασματοσκοπία Ατομικής Απορρόφησης (AAS) και η Φασματομετρία Μαζών με Επαγωγικά Συζευγμένο Πλάσμα (ICP-MS), τα οποία απαιτούν μικρό μέγεθος δείγματος μεταξύ 1-200 χγρ. για ανάλυση. Η ανάλυση του ιχνοστοιχείου (και του ισότοπου των ελαφρών στοιχείων) πρέπει να αποφεύγεται στα αρχαιολογικά δείγματα λόγω του κινδύνου διαγενετικής ανταλλαγής με το περιβάλλον ταφής⁴⁶² και την πρόσληψη λανθασμένων αποτελεσμάτων. Οι Bracco et al εφάρμοσαν πρώτη φορά την τεχνική υψηλής ανάλυσης του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού στερεής κατάστασης (MAS NMR) για τον χαρακτηρισμό δύο ελεφαντόδοντων από ελέφαντα και μαμούθ. Με την εκμετάλλευση των ¹H, ¹³C και ³¹P με την MAS NMR, διερευνήθηκε η σύνθεση αρκετών δειγμάτων ελεφαντόδοντου. Η πολυπυρηνική προσέγγιση επιτρέπει λεπτομερή περιγραφή των νανοδομημένων βιοϋλικών από την άποψη των ανόργανων και οργανικών τους φάσεων. Ειδικότερα, παρέχει μια πλούσια πηγή πληροφοριών για αποστάσεις

459 Η εφαρμογή αυτής της μεθόδου από τη Lafrenz (2004) αποκλείστηκε παρόλο που παρέχει υψηλή ακρίβεια και μπορεί να ανιχνεύσει ακόμα και πολύ μικρές μεταβολές στις αναλογίες ισότοπων του στρόντιου και είναι περισσότερο επιδεκτική σε σύγκριση με τη γεωλογική βιβλιογραφία, καθώς δεν είναι πάντα λύση λόγω των μεγαλύτερων διαθέσιμων δειγμάτων που χρειάζεται και του ακριβότερου κόστους χρήσης.

460 Pollard et al. 2007, 165-76.

461 Τα δείγματα στερεάς μορφής εκτίθενται σε κατάλληλη πηγή εκπομπής νετρονίων, η οποία μετατρέπει σταθερά ισότοπα σε ραδιοϊσότοπα του ίδιου στοιχείου. Κατά την διαδικασία πολλά από τα ραδιοϊσότοπα εκπέμπουν ακτίνες γάμμα με χαρακτηριστικές ενέργειες.

462 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

μεταξύ των πυρήνων εντός της ίδιας νανοφάσης και ετερογενούς φάσης των υβριδικών δομών. Η φασματοσκοπία στερεάς κατάστασης NMR θα μπορούσε ως εκ τούτου, να είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την αναγνώριση και χαρακτηρισμό του πιθανού περιβάλλοντος ανθρακικών και ιόντων υδροξειδίου στους βιολογικούς απατίτες⁴⁶³. Κάποιες από τις πιο βασικές μεθόδους ανάλυσης περιγράφονται παρακάτω.

9.3.1 Ηλεκτρονική μικροσκοπία Σάρωσης (Scanning electron microscopy, SEM) και Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Διέλευσης (Transmission Electron Microscopy, TEM)

Σε πολλούς τομείς της επιστήμης είναι απαραίτητη η γνώση της φυσικής κατάστασης της επιφάνειας των στερεών. Για την μελέτη αυτή αρχικά χρησιμοποιήθηκε η οπτική μικροσκοπία, όπου χαρακτηρίζεται σαν τεχνική χαμηλής διακρισιμότητας, αφού φαινόμενα περίθλασης συντελούνται σε διαστάσεις παραπλήσιες με αυτές του μήκους κύματος του φωτός. Συνεπώς, σε περιπτώσεις που απαιτείται μεγάλη διακριτική ικανότητα και εφόσον η οπτική μικροσκοπία αδυνατεί να ανταπεξέλθει έχει αντικατασταθεί από τεχνικές όπως η Ηλεκτρονική Μικροσκοπία Σάρωσης (Scanning Electron Microscopy, SEM)⁴⁶⁴ (εικ.79). Η Μικροσκοπία Σάρωσης Ηλεκτρονίων (SEM) είναι υψηλής ανάλυσης μικροσκοπία, ικανή για ένα εύρος μεγέθυνσης της περιοχής 15 έως 10000X, αν και οι συχνότερες αναλύσεις γίνονται σε 2000X ή λιγότερο. Οι εικόνες δημιουργούνται από ηλεκτρόνια και όχι από φωτεινή ενέργεια, με το αντικείμενο ή δείγμα να τοποθετείται σε θάλαμο συχνά υπό συνθήκες κενού. Η βασική αρχή της λειτουργίας ενός μικροσκοπίου SEM περιλαμβάνει την ακτινοβολήση στην περιοχή ενδιαφέροντος (δείγμα) μιας καλά εστιασμένης δέσμης επιταχυνόμενων ηλεκτρονίων, με αποτέλεσμα να παράγονται δευτερογενή ηλεκτρόνια⁴⁶⁵, οπισθοσκεδαζόμενα ηλεκτρόνια⁴⁶⁶, και ακτίνες- X⁴⁶⁷, οι οποίες συλλέγονται για να παραχθεί μια εικόνα για περαιτέρω ανάλυση. Διαφορετική από την οπτική μικροσκοπία, η SEM παράγει μια μαύρη και λευκή εικόνα της τοπογραφικής δομής της επιφάνειας του δείγματος. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτού του είδους μικροσκοπίας είναι η πολύ υψηλή μεγέθυνση και οι καθαρές εικόνες που μπορούν να παραχθούν, με ένα καλό βάθος

463 Bracco et al. 2013, 240. Αυτή η τεχνική προηγουμένως χρησιμοποιήθηκε για να χαρακτηρίσει το λεγόμενο «φυτικό ελεφαντόδοντο» ή ελεφαντόδοντο καρύδας (Phytelerphas macrocarya) προκειμένου να εμπλουτίσει τη δομή στερεάς κατάστασης με μοντέλα που προέρχονται από τις μεθόδους περίθλασης.

464 Αγγελοπούλου 2012, 68.

465 Τα χαλαρά συγκρατούμενα ηλεκτρόνια που διαφεύγουν από το άτομο κατά τη σύγκρουση των ηλεκτρονίων της δέσμης με τα ηλεκτρόνια του ατόμου, ονομάζονται δευτερογενή ηλεκτρόνια (Secondary electrons, SE).

466 Τα ηλεκτρόνια της δέσμης συγκρούονται με τα άτομα του δείγματος που συναντούν στην διαδρομή τους με αποτέλεσμα τα ηλεκτρόνια του δείγματος να σκεδάζονται προς οποιαδήποτε κατεύθυνση χωρίς σημαντική απώλεια της ενέργειάς τους. Εκείνα τα ηλεκτρόνια που σκεδάζονται προς τα πίσω με γωνία 180° λέγονται οπισθοσκεδαζόμενα, έχουν μεγαλύτερη ενέργεια και εκπέμπονται από μεγαλύτερο βάθος διείσδυσης.

467 Η μετάπτωση ενός ηλεκτρονίου σε κατώτερη στοιβάδα και η κάλυψη του κενού από ηλεκτρόνιο υψηλότερης ενεργειακά στοιβάδας συνοδεύεται από εκπομπή διαφοράς ενέργειας (ακτίνες -X).

εστίασης. Με τη μέθοδο αυτή, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μικρά δείγματα για την εξέταση και ταυτοποίηση πολλών οργανικών υλικών. Επιπλέον, οι ακτίνες X μπορούν να συλλεχθούν για περαιτέρω ποσοτική και χημική ανάλυση και τα οπισθοσκεδαζόμενα ηλεκτρόνια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη χαρτογράφηση των διαφορετικών στοιχείων της απεικονιζόμενης περιοχής⁴⁶⁸ (εικ.55-56). Οι Boonmee et al. εφάρμοσαν μια συνδυαστική τεχνική για να διακρίνουν δείγματα ελεφαντόδοντου από άλλα είδη. Η SEM παράγει μια πολύ εστιασμένη δέσμη ηλεκτρονίων για να διεγείρει και να αλληλεπιδρά με ένα δείγμα που περιέχεται σε περιβάλλον υψηλού κενού προκειμένου να σχηματίσει μια υψηλής ανάλυσης εικόνα υδροξυαπατίτη. Το Φασματόμετρο Ενεργειακής Διασποράς Ακτινών X (EDS)⁴⁶⁹ εφαρμόστηκε συμπληρωματικά για τη μέτρηση της χημικής σύνθεσης του υδροξυαπατίτη ημι-ποσοτικά. Η τεχνική LA-ICP-MS⁴⁷⁰ χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της σύνθεσης των ιχνοστοιχείων σε κλίμακες ανά εκατομμύριο και ανά δισεκατομμύριο. Τα αποτελέσματα τέτοιων αναλύσεων χρησιμοποιούνται ως βάση δεδομένων για περαιτέρω έρευνες⁴⁷¹ (πίν.4). Τα πλεονεκτήματα της χρήσης αυτού του τύπου μικροσκοπίας είναι η πολύ υψηλή δυνατή μεγέθυνση και οι καθαρές εικόνες που μπορεί να παραχθούν, με ένα καλό βάθος εστίασης.

Στο **Ηλεκτρονικό Μικροσκόπιο Διέλευσης (TEM)**, η φωτεινή πηγή έχει αντικατασταθεί από μια πηγή ηλεκτρονίων, η οποία αποτελείται από νήμα βολφραμίου (ή στα πιο σύγχρονα μικροσκόπια ακίδα LaB6) (εικ.80). Το νήμα/ακίδα εκπέμπει ηλεκτρόνια όταν διέλθει ηλεκτρικό ρεύμα, δηλαδή κατά την πυράκτωση. Στη συνέχεια, η πορεία των ηλεκτρονίων ρυθμίζεται από τους ηλεκτρομαγνητικούς φακούς οι οποίοι παρέχουν την δυνατότητα ελέγχου της εστιακής απόστασης. Συγκεκριμένα, μεταβάλλοντας την ένταση του ρεύματος που τα διαπερνά επηρεάζεται η ένταση του μαγνητικού πεδίου τους, δηλαδή η εστιακή τους απόσταση, με αποτέλεσμα να εστιάζεται η δέσμη των ηλεκτρονίων πάνω στο δείγμα. Η εικόνα σχηματίζεται πάνω σε μια οθόνη επικαλυμμένη με μια φωσφορίζουσα ουσία η οποία διεγείρεται από τα προσπίπτοντα ηλεκτρόνια, αφού αυτά προηγουμένως διαπεράσουν το

468 Jones 2008, 12.

469 Η τεχνική X-Ray Energy Dispersive Spectrometer (EDS), βασίζεται στη συλλογή ακτίνων X, που εκπέμπουν τα άτομα δείγματος όταν αποδιεγείρονται μετά τον βομβαρδισμό τους από τη δέσμη των ηλεκτρονίων και στην ανάλυσή τους με βάση την ενέργειά τους, καθιστώντας δυνατό τον προσδιορισμό των: α) χημικών στοιχείων ενός δείγματος (ποιοτική ανάλυση), β) τον ποσοτικό τους προσδιορισμό (ποσοτική ανάλυση) και γ) την κατανομή τους στο δείγμα (χαρτογράφηση).

470 Η τεχνική LA-ICP-MS (Laser Inductively Coupled Plasma Mass Spectroscopy) είναι μια δυναμική αναλυτική τεχνική που επιτρέπει την άκρως ευαίσθητη στοιχειακή και ισοτοπική ανάλυση να πραγματοποιείται απευθείας σε στερεά δείγματα. Η LA-ICP-MS αρχίζει με μια δέσμη λέιζερ επικεντρωμένη στην επιφάνεια του δείγματος για τη δημιουργία λεπτών σωματιδίων - μια διαδικασία γνωστή ως Laser Ablation. Τα σωματίδια που αφαιρούνται στη συνέχεια μεταφέρονται στη δευτερεύουσα πηγή διέγερσης του οργάνου ICP-MS για συγχώνευση και ιονισμό του δείγματος. Τα διεγερμένα ιόντα στον πυροσωλήνα πλάσματος στη συνέχεια εισάγονται σε ανιχνευτή φασματόμετρου μάζας για στοιχειακή και ισοτοπική ανάλυση.

471 Boonmee et al. 2013, 131 -133.

δείγμα. Τα σημεία του δείγματος που δεν είναι διαπερατά από ηλεκτρόνια παρέχουν σκοτεινές περιοχές δηλαδή περιοχές ηλεκτρονιόφιλες ή ηλεκτρονικά πυκνές (electron dense sites). Αντιθέτως, τα διαπερατά σημεία δηλαδή τα ηλεκτρονικά διαφανή (electron lucent sites) παρέχουν φωτεινές περιοχές. Αυτή η διαφοροποίηση επιτυγχάνεται με την εκλεκτική «χρώση» του δείγματος. Τα πιο σύγχρονα μικροσκόπια διαθέτουν ενσωματωμένη ψηφιακή κάμερα και μικροϋπολογιστή με αποτέλεσμα να προσφέρουν την δυνατότητα άμεσης ψηφιοποίησης και αποθήκευσης της εικόνας⁴⁷².

9.3.2 Φασματοσκοπίες δόνησης **Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)** και η **Raman spectroscopy**

Σε περιπτώσεις όπου η οπτική εξέταση δεν παράγει ικανοποιητικά αποτελέσματα, οι πιο αποτελεσματικές μέθοδοι για μη καταστρεπτική ταυτοποίηση του ελεφαντόδοντου στρέφονται στις φασματοσκοπίες, δηλαδή στις **Fourier Transform Infrared Spectroscopy** και **Raman Spectroscopy**. Οι τεχνικές αυτές, βασίζονται στην αρχή ότι ορισμένα μόρια ή ομάδες ατόμων, όταν εκτίθενται σε υπέρυθρη ή ενέργεια λέιζερ, απορροφούν μέρος αυτής και κινούνται συνεχώς δονούμενα σε χαρακτηριστικές συχνότητες της ιδιαίτερης ατομικής ομάδας του δείγματος. Η μέτρηση του βαθμού απορρόφησης προσφέρει πληροφορίες αναφορικά με τους ενδοατομικούς δεσμούς που σχετίζονται με το δείγμα και δίνουν μια γενική ένδειξη της σύνθεσης του υλικού που μελετάται^{473,474}.

Αναλυτικότερα, η γενική αρχή της Υπέρυθρης Φασματοσκοπίας Μετασχηματισμού κατά Fourier, ή **Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)**, είναι η καταγραφή της αλληλεπίδρασης του υπέρυθρου φωτός με τις οργανικές και ανόργανες ενώσεις⁴⁷⁵. Είναι μια χρήσιμη τεχνική για την ταυτοποίηση ενός ευρέως φάσματος ουσιών-στερεών, υγρών και αερίων. Το FTIR φάσμα μιας ουσίας είναι μοναδικό χαρακτηριστικό της, και ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον σκοπό της αναγνώρισής της. Υπάρχουν δύο δυνατότητες για να εφαρμοσθεί η τεχνική FTIR για έρευνες των δειγμάτων, π.χ. το σφαιρίδιο βρωμιούχου κάλιου

472 Αγγελοπούλου 2012, 68.

473 United Nations 2014, 28; Λυριτζής 2007, 172.

474 Ωστόσο, η επίδραση της raman είναι μάλλον αδύναμη και εξαρτάται από τη χρήση λέιζερ υψηλής ισχύος ως πηγή διέγερσης, πρέπει επομένως να ληφθεί μέριμνα στο φωτισμό του δείγματος έτσι ώστε η ακτινοβολία λέιζερ, με την οποία η ένταση του φάσματος raman σχετίζεται, να μην προκαλέσει βλάβη στο υπό μελέτη αντικείμενο, βλ. Edwards and O'Connor (2012, 455).

475 Η δυνατότητα αναγνώρισης ανόργανων και οργανικών συστατικών ταυτόχρονα σε ένα αντικείμενο, έχει ως αποτέλεσμα την αποκόμιση μοναδικών πληροφοριών σχετικών με την ορυκτοποίηση των δειγμάτων και επίσης, από τις βάσεις δεδομένων βιολογικών Raman φασματικών υπογραφών, η παρουσία βακτηριακής προσβολής στα δείγματα, η οποία προειδοποιεί τους συντηρητές για πιθανή αποσάθρωσή τους κατά την παραμονή τους στους αποθηκευτικούς ή εκθεσιακούς χώρους.

(KBr) και η τεχνική ανάκλασης⁴⁷⁶. Η φασματοσκοπία Raman, **Raman spectroscopy**, είναι συμπληρωματική προς την φασματοσκοπία FTIR. Η τεχνική ονομάστηκε από τον εφευρέτη της Sir C.V. Raman. Παρομοίως με την FTIR φασματοσκοπία, με την τεχνική αυτή μπορούν να διερευνηθούν οργανικά και ανόργανα στερεά, υγρά και αέρια. Η φασματοσκοπία Raman εμπλέκεται φωτίζοντας ένα δείγμα με μονοχρωματικό φως χρησιμοποιώντας ένα φασματόμετρο για να εξετάσει το φως που σκεδάζεται από το δείγμα. Ένα λέιζερ χρησιμοποιείται ως πηγή φωτονίων που κερδίζουν ή χάνουν την ενέργεια, όταν αλληλεπιδρούν με τα μόρια ενός δείγματος, παράγοντας μετατόπιση συχνότητας στα διάσπαρτα φωτόνια. Η μετατόπιση συχνότητας αντιστοιχεί στη διαφορά ενέργειας μεταξύ του προσπίπτοντος και διεσπαρμένου φωτονίου και ονομάζεται μετατόπιση Raman. Τα διαφορετικά υλικά έχουν διαφορετικές λειτουργίες δόνησης, και ως εκ τούτου χαρακτηριστικά φάσματα Raman⁴⁷⁷.

Οι Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) και Raman Spectroscopy αποτελούν τα καλύτερα εργαλεία για τη διάκριση του μη αυθεντικού ελεφαντόδοντου από το γνήσιο με βάση τον υδροξυαπατίτη και για να προσδιοριστεί αν ένα αντικείμενο προέρχεται από μαμούθ ή από σύγχρονο ελέφαντα. Οι δονητικές τεχνικές της φασματοσκοπίας είναι μη καταστρεπτικές και γρήγορα εκτελέσιμες. Ωστόσο, αυτά τα εργαλεία ανάλυσης δεν μπορούν να προσδιορίσουν το ακριβές είδος από τα πολλά ζώα που παράγουν ελεφαντόδοντο.⁴⁷⁸ Αν και το ελεφαντόδοντο είναι ένας γενικός όρος για την εξωσκελετική οδοντική ανάπτυξη διαφόρων ειδών θηλαστικών, από τα οποία επομένως οι φασματικές υπογραφές Raman αναμένεται να είναι μάλλον παρόμοιες, υπάρχουν αρκετά φασματοσκοπικά χαρακτηριστικά που παρέχουν τη δυνατότητα ταυτοποίησης των συγκεκριμένων ειδών που προέρχονται από το υπό μελέτη δείγμα και τη διάκρισή του από τα οστά. Η τεχνική εφαρμόστηκε αποτελεσματικά σε σύγχρονα ελεφαντόδοντα, όπου οι χημειομετρικές αναλυτικές διαδικασίες στα φάσματα Raman διευκόλυναν την ξεκάθαρη ταυτοποίηση του ελεφαντόδοντου και την διάκρισή του σε χαυλιόδοντα αφρικανικού και ασιατικού ελέφαντα, σε δόντι φάλαινας φυσητήρα, χαύλιο του μονόκερου, χαύλιων ιπποπόταμου και κάπρων. Ωστόσο, η βιοαποδόμηση που υπέστησαν τα αρχαία ελεφαντόδοντα από τα περιβάλλοντα εκσκαφής και ειδικότερα την απόπλυση και υποβάθμιση του κολλαγόνου των δειγμάτων ελεφαντόδοντου, έχει ως αποτέλεσμα συχνά να επιτυγχάνεται μόνο μερική επιτυχία. Παρά ταύτα, είναι ακόμη δυνατόν, ακόμη και στις χειρότερες περιπτώσεις, να αποδίδεται το δείγμα σε θαλάσσιο ή χερσαίο ελεφαντόδοντο – το οποίο συχνά είναι αρκετό για την καθιέρωση νέων πληροφοριών στην αρχαιολογία για πιθανές

476 Banerjee et al. 2008, 45.

477 Banerjee et al. 2008, 45.

478 United Nations 2014, 28.

εμπορικές οδούς⁴⁷⁹ (πίν.5). Σε μία πολύ πρόσφατη εξέλιξη, η χρήση ενός ειδικού τύπου φωτισμού γνωστού ως χωρικά εκτοπισμένη φασματοσκοπία Raman (SORS) διευκόλυνε την καταγραφή του φάσματος Raman σε δείγματα που τους έχουν εφαρμοστεί επιφανειακά επικαλυπτικά, αδιαπέραστα από το φως. Τα φάσματα Raman των δειγμάτων ελεφαντόδοντου από αφρικανικό ελέφαντα που υποβλήθηκαν σε επεξεργασία με χρώματα και χρωματιστά βερνίκια ελήφθησαν με επιτυχία χωρίς να απαιτείται η μηχανική απόξεση ή χημική απομάκρυνση της επιφανειακής επικάλυψης⁴⁸⁰. Η χρήση των τεχνικών αυτών έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον των ερευνητών καθώς, έπειτα από πρόσφατες αξιώσεις, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για τη χρονολόγηση έργων τέχνης από ελεφαντόδοντο με βάση τη σύγκριση στις σχετικές εντάσεις στις δέσμες των οργανικών και ανόργανων συστατικών. Σε συγκεκριμένη προσπάθεια υποδείχτηκε πως τα δείγματα οδοντίνης άγνωστης προέλευσης μπορούσαν να καταταχθούν στα δείγματα της δέσμης Raman με επιτυχία 90%⁴⁸¹. Δεν πρέπει να λησμονείται, ωστόσο, ότι οι εν λόγω φασματοσκοπικές αναλογίες έντασης εξαρτώνται απόλυτα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες έχουν εκτεθεί τα δείγματα από ελεφαντόδοντο⁴⁸². Πρόσφατες εργασίες σε μεμονωμένα δείγματα ελεφαντόδοντου από μαμούθ κατέδειξαν τις διακυμάνσεις στις αναλογίες των χαρακτηριστικών φασμάτων raman που προφανώς εξαρτώνται από το ιδιαίτερο περιβάλλον ταφής, όπως φαίνεται στον **πίνακα 6**, το οποίο ωστόσο είναι ποιοτικά αποδεκτό. Αυτή η εκπομπή φθορισμού εξαρτάται από τις συγκεκριμένες συνθήκες ταφής και οι φασματικές αναλύσεις Raman στο ελεφαντόδοντο από μαμούθ σε ηλικιακό εύρος που κυμαίνεται μεταξύ 120 και 12000 χρόνια έχουν δείξει ότι η έκταση της υποβάθμισης του κολλαγόνου ποικίλει σημαντικά με το περιβάλλον ταφής και είναι ανεξάρτητη από την πραγματική ηλικία του δείγματος. Για παράδειγμα, η πιο σοβαρή απομάκρυνση του οργανικού συστατικού στα κατάλοιπα από μαμούθ που προέρχονται όλα από τον ίδιο λάκκο συμβαίνει σε εκείνα που χρονολογούνται στα 56000 χρόνια. Αντίθετα, το κολλαγόνο από την 12000 χρόνων παγωμένη κατάσταση ταφής βρέθηκε να διατηρείται τόσο καλά όσο και από το 120 χρόνων αντίστοιχο περιβάλλον πάγου. Μια άλλη σχετική παρατήρηση που μπορεί να γίνει από τα φάσματα των αρχαιολογικών ελεφαντόδοντων που ανασκάφηκαν από την ίδια τοποθεσία και είναι της ίδιας ηλικίας – είναι ότι έχουν σημαντικά διαφορετικά αρχεία διατήρησης ιδιαίτερα του οργανικού συστατικού συγκριτικά με την ανόργανη μήτρα. Η φασματική διαφορά μπορεί να αποδοθεί στις τοπικές μικρές μεταβολές στο περιβάλλον εναπόθεσης. Ο οπτικός έλεγχος αυτών

479 Edwards and O'Connor 2012, 457.

480 Edwards <http://www.ebur.eu/>

481 Pollard et al. 2007, 92.

482 Heyman 2017, 382. Αυτή η τεχνική βρίσκει εφαρμογή στον εντοπισμό του υλικού που έχει επικαλυφθεί σκόπιμα για την τέλεση λαθρεμπορίου.

των αρχαιολογικών δειγμάτων ελεφαντόδοντου αποκαλύπτει τοπική υποβάθμιση. Επομένως, προκύπτει ότι οποιοσδήποτε ισχυρισμός που επιχειρεί να υποδηλώσει ότι η φασματοσκοπία raman μπορεί να αποτελέσει πρωταρχικό δείκτη της ηλικίας ή της αρχαιότητας του δείγματος είναι επικίνδυνος και πρέπει να αντιμετωπιστεί με κοινή λογική και σκεπτικισμό⁴⁸³.

9.3.3 Φασματοσκοπίες ακτινών X φθορισμού και περίθλασης ακτινών X

Αυτό το υποκεφάλαιο ασχολείται με το φάσμα των αναλυτικών μεθόδων που χρησιμοποιούν τις ιδιότητες των ακτινών X για τον προσδιορισμό της σύνθεσης των υλικών. Οι μέθοδοι εμπίπτουν σε δύο ξεχωριστές ομάδες, αυτές που μελετούν τις ακτίνες X που παράγονται από τα άτομα ώστε να ταυτοποιήσουν χημικά τα υπάρχοντα στοιχεία και αυτές που μελετούν την Περίθλαση των Ακτινών X (XRD), χρησιμοποιώντας τις ακτίνες X γνωστών μηκών κύματος για τον προσδιορισμό της απόστασης στις κρυσταλλικές δομές και ως εκ τούτου, να αναγνωριστούν οι χημικές ενώσεις. Η πρώτη ομάδα περιλαμβάνει μια ποικιλία μεθόδων για την ταυτοποίηση των παρόντων στοιχείων, οι οποίες εξετάζουν όλες τις ακτίνες X που παράγονται όταν γεμίζονται οι κενές θέσεις στα εσωτερικά κελιά των ηλεκτρονίων. Αυτές οι μέθοδοι διαφέρουν ως προς τον τρόπο με τον οποίο δημιουργούνται οι πρώτες κενές θέσεις στο εσωτερικό κελί των ηλεκτρονίων. Ο Φθορισμός Ακτινών X (XRF) χρησιμοποιεί δέσμη ακτινών X για να δημιουργήσει κενές θέσεις κελιά. Η Αναλυτική Ηλεκτρονική Μικροσκοπία χρησιμοποιεί ηλεκτρόνια και η Εκπομπή Ακτινών X (PIXE) που προκαλείται από σωματίδια (ή πρωτόνια) χρησιμοποιεί δέσμη πρωτονίων⁴⁸⁴.

Η **Φασματοσκοπία Ακτινών X Φθορισμού (XRF)** είναι μια μη καταστρεπτική τεχνική που χρησιμοποιείται για τη στοιχειακή ανάλυση δειγμάτων κυρίως όταν το κολλογόνο δεν έχει διατηρηθεί. Το φάσμα ακτινών X αποκαλύπτει μια σειρά από χαρακτηριστικές κορυφές. Η ενέργεια των κορυφών οδηγεί στην ταυτοποίηση των στοιχείων που υπάρχουν στο δείγμα (ποιοτική ανάλυση) και η ένταση παρέχει τη σχετική στοιχειακή συγκέντρωση. Ο φθορισμός ακτινών X είναι μια ξηρή τεχνική που δίνει την ένταση των διαφόρων στοιχείων που υπάρχουν⁴⁸⁵. Η τεχνική βασίζεται στο φυσικό φαινόμενο μετακίνησης ηλεκτρονίων από τις εσωτερικές στοιβάδες εκτός των ατόμων, μετά την ακτινοβολήσή τους με πρωτογενείς ακτίνες $-X$ (α -X)¹³ οι οποίες απορροφώνται από το εκτοπιζόμενο ηλεκτρόνιο. Η ανάλυση των ενεργειών και των παλμών των φωτονίων του δείγματος επιτρέπει την αναγνώριση των χημικών στοιχείων

483 Edwards and O'Connor 2012, 461-2.

484 Pollard et al. 2007, 93.

485 Singh et al. 2006, 2.

και τη συγκέντρωση στο υπό εξέταση δείγμα⁴⁸⁶. Μελέτες από τους Buddhachat et al. έδειξαν την ικανότητα μιας φορητής συσκευής φθορισμού ακτινών X (XRF) για τη σάρωση της στοιχειώδους σύνθεσης βιολογικών δειγμάτων που περιλαμβάνουν κέρατα, δόντια και οστά διαφόρων ειδών ζώων και μπορεί επίσης να χρησιμεύσει ως εργαλείο για την ταξινόμηση των ειδών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ένα φορητό XRF είναι αποτελεσματικό εργαλείο για τη βιολογική και ιατροδικαστική έρευνα⁴⁸⁷.

Η ανάλυση που παρέχει αυτή η τεχνική είναι επιφανειακή και επιπλέον μπορεί να αποκαλύψει τεχνικές επεξεργασίας, όπως η επένδυση με άργυρο στο σώμα του γερακιού όπου εντοπίστηκαν ίχνη του μετάλλου (εικ.81). Σε άλλες περιπτώσεις, η απουσία μετάλλου σε σημεία που θα έπρεπε να είναι εμφανής, υποδεικνύει την καύση π.χ. του χρυσού σε θερμοκρασία πάνω από 1064° C όπου το πολύτιμο μέταλλο λιώνει. Σε τέτοιες θερμοκρασίες το ελεφαντόδοντο ανοργανοποιείται και γίνεται λευκότερο όπως αποδεικνύουν δοκιμαστικά τεστ που πραγματοποιήθηκαν από επιστήμονες του Μητροπολιτικού Μουσείου Νέας Υόρκης⁴⁸⁸ και παρουσιάζονται στον **πίνακα 3**.

Η Φασματοσκοπία Περίθλασης Ακτίνων X, XRD (X-Ray Diffraction), χρησιμοποιείται στην πετρολογία-ορυκτολογία για τον προσδιορισμό των ορυκτών, της διεύθυνσης μεγάλων μονοκρυστάλλων και της κατάστασης των κρυστάλλων και βασίζεται στο φαινόμενο της ελάττωσης της έντασης μιας χαρακτηριστικής δέσμης ακτινών-X όταν διέρχεται μέσα από μια ουσία λόγω της ανάκλασης και απορρόφησης κατά τη διανυόμενη απόσταση στην ουσία⁴⁸⁹ (**πίν.7**). Με τη μέθοδο αυτή έχουν μελετηθεί οι μηχανισμοί υποβάθμισης υλικών, συμπεριλαμβανομένης της αντοχής του ελεφαντόδοντου. Ένας τομέας στον οποίο η XRD αποδείχθηκε ιδιαίτερα πολύτιμος υπήρξε στη μελέτη των διαγενετικών μεταβολών στα οστά, το σμάλτο και την οδοντίνη. Ορισμένες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στις χημικές και δομικές

486 Λυριντζής 2007, 145.

487 Buddhachat et al. 2016. Τα στοιχειακά ποσοστά στα δόντια κυμαίνονταν μεταξύ οκτώ διαφορετικών ειδών. Δέκα στοιχεία βρέθηκαν σε όλα τα είδη: Si, P, Ca, Ti, Mn, Fe, Ag, Cd, Sn και Sb. Ο ελέφαντας, ο άνθρωπος και ο πίθηκος ήταν το μόνο είδος που περιείχε Al στα δόντια. Τα υψηλότερα ποσοστά του K βρέθηκαν σε ελέφαντα και άλογο (P <0,05). Ο χαλκός (Cu) ήταν σημαντικά υψηλότερος σε σκύλους σε σύγκριση με όλα τα άλλα είδη. Το Ni βρέθηκε σε σκύλους, ανθρώπους και πίθηκο, και σημαντικά υψηλότερο στον σκύλο. Το Zn ήταν σημαντικά υψηλότερο σε πιθήκους και δελφίνια σε σύγκριση με όλα τα άλλα είδη. Το Mn ήταν υψηλότερο σε ελάφια σε σύγκριση με όλα τα άλλα είδη (P <0,05). Κάποια στοιχεία δεν ανιχνεύθηκαν καθόλου σε ορισμένα είδη: Zr σε μαϊμού, Cr σε δελφίνια, V και Cu σε δελφίνια και κροκόδειλους, Zn σε κροκόδειλο, και S σε ελάφια και σκύλο.

488 Simpson 2013, 257-8. Δεκατέσσερα μικρά δοκίμια από ελέφαντα υπέστησαν θερμότητα σε περίοδο μιας ώρας σε αυξανόμενη θερμοκρασία, παράγοντας μια χρωματική ακτίνα από φωτεινό υποκίτρινο (204°) σε καστανόμαυρο (316°- 538°) σε μαύρο (593°) σε υπογκρίζο μπλε (649°- 760°). Πάνω από τους 816° τα δοκίμια γίνονταν λευκά. Οι εναλλαγές εμφανίζονται στον πίνακα 3.

489 Λυριντζής 2007, 213.

αλλαγές που συμβαίνουν κατά την απολίθωση και τις συνακόλουθες επιπτώσεις στη χρονολόγηση τέτοιων υλικών⁴⁹⁰.

Άλλες τεχνικές βασισμένες στην εκμετάλλευση της ακτινοβολίας X είναι η PIXE και η PIGE. Οι δυνατότητες της PIXE βρίσκονται πρωτίστως στην ικανότητα της μεθόδου να ανιχνεύει χαμηλές συγκεντρώσεις στοιχείων χωρίς να χρειάζονται δείγματα. Νέες εφαρμογές περιλαμβάνουν την κατανομή των στοιχείων στα αρχαιολογικά δόντια και την οδοντίνη. Η PIGE χρησιμοποιείται γενικά σε συνδυασμό με την PIXE, με κύριο πλεονέκτημα την ικανότητα ανίχνευσης ελαφρύτερων στοιχείων. Έρευνες από τους Reiche et al. (1999), που συνδύασαν αναλύσεις PIXE και PIGE σε αρχαιολογικά οστά, επέτρεψαν την ποσοτικοποίηση της μεταθανάτιας μεταβολής εξετάζοντας το προφίλ συγκέντρωσης των ιχνοστοιχείων σε δείγματα οστών^{491,492}. Παρόμοιες προσπάθειες για τη μελέτη του φθορίου σε αρχαιολογικό οστό και οδοντίνη εξετάζουν τη δυνατότητα συσχέτισης του F με την ηλικία των δειγμάτων με βάση τους μηχανισμούς πρόσληψης του στοιχείου κατά την ταφή τους⁴⁹³. Στον **πίνακα 8** φαίνεται η κατανομή των ιχνοστοιχείων από δείγματα διαφορετικών ειδών ελέφαντα.

9.3.4 Ισοτοπική ανάλυση αρχαιολογικών αντικειμένων

Η ανάλυση των σταθερών ισοτόπων είναι μια τεχνική που βασίζεται στο γεγονός ότι οι «σταθερές» υπογραφές ισοτόπων σε ζωικούς ιστούς αντικατοπτρίζουν εκείνες των τοπικών τροφικών ιστών και της γεωλογίας. Τα ισότοπα βρίσκονται παντού στο περιβάλλον και ενσωματώνονται στους ιστούς των φυτών μέσω του εδάφους και του νερού, και σε ζωικούς ιστούς μέσω της τροφής, της πόσης και της αναπνοής, ενώ σταθερά υποβάλλονται σε ορισμένες αλλαγές στις αναλογίες τους⁴⁹⁴. Καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής του ένας οργανισμός απορροφά ισότοπα (δια μέσω του αέρα, νερού, τροφίμων). Αυτά εναποθέτονται εντός κάθε είδους ιστού (π.χ. δέρματος, μαλλιών, οστών) και συνήθως αντικαθίστανται εξαιτίας της κυτταρικής ανανέωσης. Η οδοντίνη εκκρίνεται από τα άκρα της εσωτερικής πολφικής κοιλότητας του χαυλιόδοντα και ως εκ τούτου, το νεότερο υλικό βρίσκεται κατά μήκος αυτών των άκρων, και γίνεται σταδιακά γηραιότερο καθώς η απόσταση από την πολφική κοιλότητα αυξάνει. Ο

490 Pollard et al. 2007, 121.

491 Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από την Gaschen (2005) έδειξαν ότι η παρατηρούμενη κατανομή του φθορίου σε ένα δείγμα είναι πάντοτε το αποτέλεσμα των ειδικών παραμέτρων της θέσης και του ίδιου του δείγματος, οι οποίες επηρεάζονται από την εξέλιξη του προφίλ του φθορίου με το χρόνο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της διάχυσής του. Δεδομένου ότι τα ορυκτά οστά υφίστανται διαγένεση, η οποία επηρεάζει τη φυσική υφή τους κατά τη διάρκεια της έκθεσής τους, δεν υπάρχει απλή σχέση μεταξύ του σχήματος της εξελισσόμενης κατανομής του φθορίου και της γεωλογικής ηλικίας του δείγματος.

492 Pollard et al. 2007, 121.

493 Heckel et al. 2014, 140.

494 Βλ. Hayes (2001).

εγκάρσιος ρυθμός ανάπτυξης είναι περίπου 5 χιλ. και ο διαμήκης ρυθμός ανάπτυξης είναι περίπου 5 εκ. ανά έτος⁴⁹⁵, ώστε η στοιχειακή σύνθεση να διαφέρει σημαντικά από το κέντρο της κοιλότητας του χαυλιόδοντα ως στο στρώμα οδοντίνης του. Οι μεταβολές στις συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων (Mn, Zn, Sr) έχουν συσχετιστεί με τις γραμμές της ανάπτυξης, προκειμένου να αντληθούν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια ζωής⁴⁹⁶.

Το ελεφαντόδοντο, όπως αναφέρθηκε, αποτελείται από βιοαπατίτη (οδοντίνη) και κολλαγόνο, με ποσοστό περίπου 70:30. Ο βιοαπατίτης και το κολλαγόνο στο ελεφαντόδοντο άπαξ και σχηματιστούν δεν αναδιαμορφώνονται, δεδομένου ότι είναι μεταβολικά αδρανή με αποτέλεσμα να μην ανταλλάσσουν στοιχεία ή ισότοπα. Στα σταθερά ισότοπα καταγράφονται η ιστορία της διατροφής (C, N, S ενσωματωμένα στα τρόφιμα) ή της πόσης (H, O σε τροφή και νερό) χρησιμοποιώντας τις φυσικές αφθονίες αυτών των ισοτόπων⁴⁹⁷. Η μελέτη προέλευσης της άγριας ζωής στηρίζεται στην κληρονομικότητα των φυσικών ισοτοπικών αναλογιών που βασίζονται σε τοπικούς τροφικούς ιστούς (άνθρακα), οικολογία (άζωτο), γεωλογία (στρόντιο), γεωγραφία (θείο, συμπεριλαμβανομένων των θαλάσσιων αερολυμάτων) και ατμόσφαιρα (οξυγόνο και υδρογόνο). Ο βιοαπατίτης στο ελεφαντόδοντο μπορεί να αναλυθεί για ισότοπα άνθρακα, οξυγόνου και στρόντιου. Το κολλαγόνο μπορεί να αναλυθεί για τον άνθρακα, το άζωτο, και ισότοπα θείου. Το οξυγόνο και το υδρογόνο στο κολλαγόνο μπορεί να αναλυθούν εάν λαμβάνονται προφυλάξεις για ανταλλάξιμα ισότοπα⁴⁹⁸. Επιπλέον, το κολλαγόνο αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό τις τιμές $\delta^{13}\text{C}$ του πρωτεϊνικού συστατικού της διατροφής του ζώου, αφού σχηματίζεται από αμινοξέα (**πίν.9**). Αντιστρόφως, ο απατίτης αντιπροσωπεύει ολόκληρη τη διαίτα (υδατάνθρακες, λίπη και πρωτεΐνη) και επομένως είναι περισσότερο χρήσιμος για τον χαρακτηρισμό ολόκληρης της διατροφής και ειδικότερα του τμήματος υδατανθράκων, δεδομένου ότι σε μεγάλο βαθμό δεν εμφανίζεται στο κολλαγόνο, όπως έχει καθοριστεί από εργαστηριακά πειράματα ελεγχόμενης σίτισης⁴⁹⁹. Παρόλο ωστόσο, που η ανάλυση ισοτόπων συγκεκριμένων στοιχείων, προσφέρει συγκεκριμένες πληροφορίες, ο συνδυασμός και η διασταύρωση των πληροφοριών που παρέχονται από σύνολα διαφορετικών ισοτόπων μπορεί να περιορίσει μια συγκεκριμένη γεωγραφική ζώνη, όταν η προέλευση είναι το ζητούμενο.

Τα σταθερά ισότοπα είναι η μη ραδιενεργός μορφή των φυσικών στοιχείων. Όλα τα ισότοπα ενός στοιχείου έχουν τον ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων και πρωτονίων, αλλά διαφέρουν

495 Ziegler 2017, 6; United Nations 2014, 30.

496 Reiche and Gourrier 2016, 83.

497 Ziegler 2017, 6; United Nations 2014, 30.

498 United Nations 2014, 32.

499 Lafrenz 2004, 81.

στον αριθμό των νετρονίων. Ο άνθρακας έχει τρία ισότοπα: τον ^{12}C , τον ^{13}C και τον ^{14}C . Τα δύο πρώτα είναι σταθερά, ενώ ο ^{14}C είναι ραδιενεργός και γι' αυτό χρησιμοποιείται στη ραδιοχρονολόγηση. Το άζωτο έχει δύο σταθερά ισότοπα, το ^{15}N και ^{14}N . Όλα τα ισότοπα ενός στοιχείου αντιδρούν χημικά με τον ίδιο τρόπο, αλλά το πρόσθετο βάρος των «βαρύτερων» (όσων έχουν επιπλέον νετρόνια) τα κάνει να αντιδρούν πιο αργά από τα «ελαφρύτερα». Η διαφορά αυτή οδηγεί σε διάκριση εναντίον των βαρύτερων ισοτόπων κατά τη διάρκεια μιας χημικής αντίδρασης. Αυτό που ουσιαστικά μετράται είναι η αναλογία του βαρύτερου προς το ελαφρότερο ισότοπο, η οποία συμβολίζεται διεθνώς με το ελληνικό γράμμα δ. Ο συμβολισμός που προκύπτει είναι $\delta^{13}\text{C}$ και $\delta^{15}\text{N}$. Μέσω ενός φασματογράφου μάζας, η αναλογία δ των δύο ισοτόπων του δείγματος συγκρίνεται με την ίδια αναλογία μιας διεθνούς σταθεράς, σε ποσοστά επί τοις χιλίοις όπου δηλ. $\delta = [(R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$. Με τον τρόπο αυτόν, οι μετρήσεις είναι διεθνώς συγκρίσιμες και η τιμή του δ, παρουσιαζόμενη σε ποσοστό %, είναι ένα μέγεθος καλύτερα αντιληπτό. Το R είναι η αναλογία μεταξύ του βαρύτερου από το ελαφρότερο ισότοπο (π.χ. $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) και X είναι το υψηλότερο ισότοπο του προς εξέταση στοιχείου. Οι σταθερές που χρησιμοποιούνται είναι το θαλάσσιο απολίθωμα *Belemnitella americana* (PDB) για τον άνθρακα (τόρα λόγω εξάντλησης χρησιμοποιείται το αντίστοιχο εργαστηριακό *Vienna PDB*), ενώ για το άζωτο η σταθερά είναι το ατμοσφαιρικό άζωτο (AIR)⁵⁰⁰. Τα ισότοπα προσδιορίζονται με φασματογράφο μάζας. Το υλικό θα πρέπει να γίνει διάλυμα ή αέριο που θα ιονιστεί με θερμαντικό νήμα και ανάλογα με το είδος του, ακολουθείται ανάλογη διαδικασία μέτρησης⁵⁰¹.

Η μέτρηση των τιμών των σταθερών ισοτόπων του άνθρακα και του αζώτου χρησιμοποιείται, κυρίως, για την ανασύσταση της διατροφής, ένα πεδίο στο οποίο έχουν αποδοθεί πολύ καλά αποτελέσματα, αλλά και για την έρευνα άλλων θεμάτων, όπως η μετακίνηση και η προέλευση πληθυσμών και ατόμων. Πρόκειται για έναν ιδιαίτερα σημαντικό τομέα, καθώς είναι ο μόνος άμεσος τρόπος να μελετηθεί με ακρίβεια η σύσταση της διατροφής ενός οργανισμού, χρησιμοποιώντας τα οστά και δόντια του. Τα δύο αυτά στοιχεία (C+N) είναι απαραίτητα για κάθε οργανισμό, που πρέπει να τα προσλάβει μέσω της τροφής και «μεταφέρονται» μέσω της τροφικής αλυσίδας από τον έναν οργανισμό στον άλλο. Με την προϋπόθεση ότι κάθε οργανισμός προσλαμβάνει C και N από την τροφή και «μεταβιβάζει» τα στοιχεία στον επόμενο κρίκο της τροφικής αλυσίδας, γίνεται αντιληπτό ότι η βάση της μελέτης είναι τα φυτά. Μέσα σε ένα οικοσύστημα τα φυτά θα πρέπει να έχουν τις χαμηλότερες τιμές ισοτόπων, ακολουθούμενα από τα φυτοφάγα ζώα και στη συνέχεια από τα σαρκοφάγα ζώα. Ο

500 Ericksson, 2013, 124.

501 Λυριντζής 2007, 175; Βήκα και Richards 1989, 83.

άνθρακας και το άζωτο μελετώνται σε συνδυασμό και δείχνουν ποιο είδος φυτικής πρωτεΐνης καταναλώθηκε (C3 ή C4), και αν η πρωτεΐνη της διατροφής ήταν ως επί το πλείστον φυτική, ζωική χερσαία ή ζωική θαλάσσια⁵⁰² (πίν.10). Γίνεται αντιληπτό ότι οι μετρήσεις δεν έχουν αξία αν δεν συνοδεύονται από ένα όσο το δυνατόν μεγαλύτερο σύνολο αρχαιο-ζωολογικού υλικού.

Για τη μέτρηση των $\delta^{13}\text{C}$ και $\delta^{15}\text{N}$ χρησιμοποιείται κυρίως το κολλαγόνο γιατί μπορεί να ελεγχθεί με σχετική ακρίβεια η καθαρότητά του, με κριτήρια επιμόλυνσης βασισμένα σε σύγχρονα οστά. Το κολλαγόνο είναι πρωτεΐνη και αποτελεί την αφθονότερη οργανική ύλη των ιστών. Τα μόρια κολλαγόνου του τύπου που βρίσκεται στα οστά αποτελούνται από μια τριπλή έλικα και περιβάλλονται από ανόργανη ύλη, γεγονός που τα καθιστά εξαιρετικά σταθερά σε εξωγενείς μηχανικές επιρροές και διαγενετικές αλλαγές. Η εξαγωγή του κολλαγόνου είναι μια χημική και θερμική επεξεργασία, με στόχο την απομόνωση της ζελατινοειδούς πρωτεΐνης που κατ' απλούστευση ονομάζεται κολλαγόνο. Για παράδειγμα στους ελέφαντες, που θεωρούνται από τις πιο κοινές πηγές ελεφαντόδοντου, οι αναλογίες ισotόπων άνθρακα παρέχουν μια γενική ένδειξη των ποσοστών διατροφής από τα δέντρα, έναντι στη βοσκή (χόρτα-θάμνοι), ή αν το θηλαστικό τρέφονταν από πυκνά δάση. Σε περιβάλλοντα συνήθως που διαβιώνουν ελέφαντες, τα δέντρα και οι θάμνοι ανήκουν στην κατηγορία C3 και διαφέρουν στα ισotόπα από τα χόρτα και φυτά της κατηγορίας C4 που βρίσκονται σε βαθιά δάση (πίν.11) και έχουν πολύ χαμηλές, διακριτές τιμές $\delta^{13}\text{C}$. Τα ισotόπα αζώτου στο ελεφαντόδοντο προέρχονται από φυτικές πρωτεΐνες οι οποίες αντανakλούν τη φύση του κύκλου του αζώτου στον εν λόγω βιότοπο, με σύνδεση, για παράδειγμα, μεταξύ του εμπλουτισμού σε ^{15}N και αυξανόμενη ξηρασία ή φτωχά χαμηλής-θρεπτικής αξίας εδάφη. Οι $\delta^{18}\text{O}$ και $\delta^2\text{H}$ τιμές συνδέονται με το νερό που προσλαμβάνεται από το ζώο και με τη σειρά τους με βροχοπτώσεις και γενικά υδρολογικές συνθήκες μιας περιοχής. Επίγειες $\delta^{34}\text{S}$ τιμές σε ασβεστοποιημένους ιστούς μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθούν ως μηχανισμοί προέλευσης επειδή επηρεάζονται από την τοπική γεωλογία. Ως εκ τούτου, τα εν λόγω σταθερά ελαφρά ισotόπα παρέχουν πληροφορίες τόσο για την οικολογία του ζώου όσο και την προέλευση ή την πηγή του⁵⁰³. Οι χερσαίες τιμές $\delta^{34}\text{S}$ στους ασβεστοποιημένους ιστούς μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ως μηχανισμοί προέλευσης επειδή επηρεάζονται από την τοπική γεωλογία. Ως εκ τούτου, αυτά τα σταθερά ελαφρά ισotόπα παρέχουν πληροφορίες τόσο για την οικολογία του ζώου όσο και για την προέλευση ή την πηγή του⁵⁰⁴.

502 Τα φυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: C3, C4 και CAM, ανάλογα με τα ένζυμα που χρησιμοποιούν κατά τη φωτοσύνθεση. Οι τιμές των ισotόπων είναι διακριτές κυρίως ανάμεσα στην C3 και C4 ομάδα. Τα C3 φυτά έχουν τιμές $\delta^{13}\text{C}$ ανάμεσα στο -33 και -22‰, τα C4 ανάμεσα στο -16 και -12‰, ενώ τα CAM φυτά ανάλογα με το κλίμα στο οποίο μεγαλώνουν έχουν διαφορετικές τιμές.

503 United Nations 2014, ; Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

504 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

Η ανάλυση σταθερών ισοτόπων μπορεί να είναι χρήσιμη σε απαντήσεις σε συγκεκριμένες ερωτήσεις προέλευσης, αν ένα δείγμα δηλαδή προέρχεται από μια συγκεκριμένη περιοχή. Ανάλογα με τη φύση του δείγματος και τη βάση δεδομένων αναφοράς, η ανάλυση σταθερών ισοτόπων μπορεί να είναι σε θέση να προσδιορίσει ένα άγνωστο δείγμα με ακριβή γεωγραφική προέλευση. Η ακρίβεια του κάθε διακριτού εργαλείου εξαρτάται από τον αριθμό και την μεταβλητότητα των μέτρων που χρησιμοποιούνται, καθώς και την πληρότητα του διαθέσιμου γεωγραφικού χάρτη αναφοράς που χρησιμοποιείται για να κάνει τους προσδιορισμούς, και μπορούν να παρέχουν συμπληρωματικές πληροφορίες σχετικά με τη γεωγραφική προέλευση του ελεφαντόδοντου⁵⁰⁵. Στον **πίνακα 12** φαίνεται ο αριθμός δειγμάτων από αντικείμενα που ανασύρθηκαν από το ναυάγιο του Uluburun. Η ερευνήτρια ανέλυσε τις αναλογίες ¹⁸O και ¹³C για να ταυτοποιήσει τις διατροφικές συνήθειες των υπό εξέταση θηλαστικών και κατ' επέκταση την προέλευση των ειδών (**πίν.13**). Πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για τον προσδιορισμό της προέλευσης και του είδους των θηλαστικών. Οι Van der Merwe et al. (1992) και Vogel et al. (1990) έδειξαν ότι τα σταθερά ισότοπα (άνθρακα και αζώτου) θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τη διάκριση διαφορετικών πληθυσμών αφρικανικού ελέφαντα. Οι ίδιοι αξίωσαν ότι τα βαρέα ισότοπα, όπως ⁸⁷Sr / ⁸⁶Sr και ²⁰⁶Pb / ²⁰⁶Pb⁵⁰⁶ τα οποία σχετίζονται με τη γεωλογική ηλικία των τοπικών βραχωδών υποστρωμάτων, μπορούν επίσης να διακρίνουν τους πληθυσμούς ελέφαντα. Οι Ziegler et al. (2012) έχουν αναπτύξει τα λεγόμενα «isoscapes» του ελεφαντόδοντου για να βοηθήσουν στον προσδιορισμό της προέλευσής του⁵⁰⁷. Οι Cerling et al. (2007) έχουν εφαρμόσει ισότοπα του άνθρακα, οξυγόνου και αζώτου για να προσδιοριστούν τα «isoscapes» του ελέφαντα στην Κένυα, και οι Ziegler et al. (2013) υποστήριξαν ότι η μέτρηση των πολλαπλών ισοτόπων στο ελεφαντόδοντο βελτιώνουν σημαντικά την δυνατότητα πρόβλεψης στις μελέτες προέλευσης⁵⁰⁸.

Μελέτες που χρησιμοποιούν το μόλυβδο και το στρόντιο αυξάνονται συνέχεια και, παρόλο που γενικά βασίζονται στις ίδιες αρχές με τον άνθρακα και το άζωτο, δηλαδή στη σύνδεση των ζωικών οργανισμών με το φυσικό περιβάλλον, αντιμετωπίζουν πολύ μεγαλύτερες δυσκολίες. Αυτό συμβαίνει γιατί ακόμη δεν υπάρχει πλήρης κατανόηση της ποικιλίας των τιμών που μπορεί να παρουσιάζει το κάθε τοπίο ή περιβάλλον, και πολλές από τις πιο σύγχρονες

505 United Nations 2014, 32.

506 Τα Sr και Pb παράγονται απευθείας από την ραδιοενεργή πτώση των ⁸⁷Rb και ²³⁸U αντίστοιχα. Ως αποτέλεσμα, εδάφη που προέρχονται από πολύ αρχαίους βράχους, πλούσιους σε ρουβίδιο και ουράνιο, έχουν υψηλές τιμές σε ⁸⁷Sr / ⁸⁶Sr και ²⁰⁶Pb / ²⁰⁶Pb. Βλ. Koch and Behrensmeyer (1992, 2).

507 Οι Valenzuela et al. (2011) και Chesson et al. (2012) χαρτογράφησαν ισοτόπα στο νερό και τον άνθρωπο σε όλη τη βόρεια Αμερική και έδειξαν ότι συναφή σχέδια προκύπτουν λόγω της τοπικής γεωλογίας, της διατροφής και των μετεωρολογικών προτύπων. Αυτά τα σχέδια ονομάζονται «isoscapes» και γίνονται ευρέως χρησιμοποιούμενα σε διάφορες μελέτες της άγριας ζωής.

508 United Nations 2014, 32.

μελέτες συνδυάζουν διαφορετικά ισότοπα (π.χ. οξυγόνο και στρόντιο), για να προσεγγίσουν το ίδιο θέμα. Η μέτρηση του στροντίου είναι μια αξιόπιστη μέθοδος ιχνηλάτησης των μετακινήσεων στην αρχαιότητα. Η αρχή της είναι παρόμοια με των σταθερών ισωτόπων. Η αναλογία των δύο ισωτόπων $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ποικίλλει στα πετρώματα και μεταφέρεται στους οργανισμούς από το έδαφος μέσω της τροφικής αλυσίδας. Το στρόντιο αντικαθιστά το ασβέστιο στον σκελετό και εναποτίθεται στα οστά και στην αδαμαντίνη των δοντιών. Καθώς τα δόντια δημιουργούνται στην παιδική ηλικία και δεν μεταβάλλονται ως ιστοί κατά τη διάρκεια της ζωής, χρησιμοποιούνται για να μελετηθεί η μετακίνηση των πληθυσμών. Αν η τιμή του στροντίου στα δόντια ενός ατόμου διαφέρει από την τιμή που έχουν τα πετρώματα στον τόπο όπου τάφηκε, αυτό μπορεί να αποτελεί μια ένδειξη ότι το άτομο μετακινήθηκε από τον τόπο που γεννήθηκε στον τόπο που πέθανε. Για να συνδεθεί ένας οργανισμός με μια συγκεκριμένη γεωλογική περιοχή, πρέπει να είναι γνωστή όχι μόνο η ισοτοπική σύνθεση των πετρωμάτων, αλλά και η τιμή του βιοδιαθέσιμου στροντίου των πετρωμάτων. Ωστόσο, χρειάζεται και σ' αυτήν την περίπτωση να μετρηθούν ισότοπα από αρχαιοζωολογικό υλικό, αλλά, επιπλέον, και από σύγχρονα περιβαλλοντικά παράλληλα (*proxies*), όπως φυτά και μικρά ζώα, συνήθως, σαλιγκάρια. Η ποικιλομορφία της γεωλογικής σύστασης, δεν μπορεί να πληροφορήσει με ασφάλεια ότι τα άτομα σε έναν πληθυσμό παρουσιάζονται ως γηγενείς. Ακόμη και αν όλα τα άτομα έχουν τις ίδιες τιμές, αυτό δεν σημαίνει ότι ήταν όντως όλοι γηγενείς, καθώς μπορεί να προέρχονται από άλλη περιοχή με την ίδια ακριβώς γεωλογική σύσταση εδάφους. Για τον προσδιορισμό της μετανάστευσης, τουλάχιστον παλαιότερα και νεότερα τμήματα του χαυλιόδοντα πρέπει να διερευνηθούν. Καθώς οι χαυλιόδοντες των θηλαστικών αυξάνονται συνεχώς καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους, τα ισότοπα του Sr θα αντικατοπτρίζουν τις αλλαγές στο υπόστρωμα ενός μεταναστεύοντα ελέφαντα⁵⁰⁹. Πολύ σημαντικό για τις μελέτες των ειδικών είναι η συγκέντρωση στοιχείων και τοποθέτηση αυτών σε μια βάση δεδομένων με εύκολη πρόσβαση. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι συγκεντρώσεις Sr στην ανατολική Μεσόγειο (πίν.14).

Η μέτρηση των ισωτόπων του οξυγόνου γίνεται από το ανόργανο μέρος ενός οστού, από το τμήμα δηλαδή που καταστρέφεται όταν γίνεται η εξαγωγή του κολλαγόνου. Η τιμή του οξυγόνου στον οργανισμό προέρχεται από το πόσιμο νερό. Το νερό, όμως, που έχει πει κάποιος επηρεάζεται από πολλούς γεωγραφικούς και γεωλογικούς παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία και η απόσταση από τη θάλασσα, η βροχόπτωση και η εξάτμιση των θαλασσών. Επομένως, είναι απαραίτητο να υπάρχει η ανασύσταση του κλίματος και των μετεωρολογικών

509 Jakob et al. 2008, 98.

συνθηκών για την υπό μελέτη περιοχή και εποχή. Παρά τις προκλήσεις και τις δυσκολίες, υπάρχει και στο θέμα αυτό αξιόλογη πρόοδος και δεν μπορεί να αμφισβητηθούν οι πληροφορίες που προσφέρουν οι μελέτες, για τις οποίες συχνά δεν υπάρχει καμία άλλη αρχαιολογική ένδειξη. Είναι επίσης δυνατή η χρήση ενός συνδυασμού $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ και $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ για να διαχωριστούν οριστικά τα θαλάσσια θηλαστικά από τα επίγεια ζώα. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν το υλικό είναι αποσπασματικό και δεν μπορεί να διακριθεί με βάση τη μικροδομή του ελεφαντόδοντου⁵¹⁰.

Η εφαρμογή της τεχνικής ανάλυσης ισοτόπων δυστυχώς, είναι καταστροφική. Η ποιότητα και η ποσότητα του κολλαγόνου που θα εξαχθεί από το δείγμα εξαρτάται από το ταφικό περιβάλλον, αλλά και τις συνθήκες αποθήκευσης των οστών μετά την ανασκαφή. Αμέσως μετά τον θάνατο, η ποιότητα του κολλαγόνου αρχίζει να υποβαθμίζεται και η χημική του σύνθεση αλλοιώνεται. Το νερό αποδεικνύεται πως έχει τα πιο καταστροφικά αποτελέσματα στη διατήρηση. Οι μεγαλύτερες αλλοιώσεις σημειώνονται όχι τόσο σε περιβάλλοντα σταθερά υγρά, αλλά σε συνθήκες όπου η υγρασία εναλλάσσεται δραματικά με την ξηρασία. Μικρόβια και βακτήρια μπορούν επίσης να αλλοιώσουν τη σύσταση της πρωτεΐνης του οστού και συνεπώς των τιμών που θα καταμετρηθούν. Η εξαγωγή του κολλαγόνου για τα C, N, H και O απαιτεί αρκετό ελεφαντόδοντο για να παράγει περίπου 1 mg κολλαγόνου, ποσό που απαιτείται για κάθε ταυτόχρονη ανάλυση $\delta^{15}\text{N}$ και $\delta^{13}\text{C}$ και παρόμοιες ποσότητες για ανάλυση $\delta^{18}\text{O}$ και $\delta^2\text{H}$ και τα δύο σύνολα πρέπει να γίνονται ξεχωριστά. Η ποιότητα του κολλαγόνου μπορεί να εκτιμηθεί εύκολα χρησιμοποιώντας τη σχέση C: N (η θεωρητική ατομική αναλογία είναι 3,1, αλλά οι τιμές του C / N είναι τυπικά στην περιοχή 3,1-3,5). Το κολλαγόνο στο ελεφαντόδοντο είναι περίπου το 20% κατά βάρος, αλλά για να εξασφαλιστεί επαρκής ποσότητα για ανάλυση και αντιγραφή, τα τυπικά μεγέθη δείγματος είναι της τάξεως των 30-150 χγρ. Η εξαγωγή ανόργανων για τα $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ και Pb απαιτεί 20-50 χγρ. υλικού, ανάλογα με το πόσες στοιχειακές αναλύσεις και αντιγραφές εκτελούνται, αν βέβαια είναι απαραίτητες. Το δείγμα που λαμβάνεται για την εκχύλιση κολλαγόνου είναι ξεχωριστό από την εκχύλιση του ανόργανου μέρους, οπότε εάν μετρώνται όλα τα ελαφρά ισότοπα σε ένα δείγμα ελεφαντόδοντου, είναι πιθανό να απαιτούνται 50-200 χγρ. υλικού⁵¹¹. Για την ανάλυση θραύσματος από ελεφαντόδοντο θα πρέπει να λαμβάνονται δείγματα από διαφορετικές θέσεις κατά το εγγύς άκρο του χαυλιόδοντα χρησιμοποιώντας ένα μικρό πριόνι χεριού, ή εναλλακτικά, μια τανάλια. Επομένως, καθώς αυτό είναι το νεότερο τμήμα του χαυλιόδοντα, θεωρείται ότι το ισοτοπικό σήμα αντανακλά το

510 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

511 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

περιβάλλον στο οποίο το ζώο ζούσε λίγο πριν το θάνατό του. Τα δείγματα που συλλέγονται από την πολφική κοιλότητα θα δώσουν τους τελευταίους 6 έως 12 μήνες της γεωγραφικής πληροφορίας. Τα θραύσματα πρέπει να σφραγίζονται σε σάκους πολυαιθυλενίου για περαιτέρω ανάλυση. Δείγματα από κατεργασμένα αντικείμενα μπορούν επίσης να ληφθούν, αλλά ο προσδιορισμός της προέλευσης, όπου ο ελέφαντας έχασε τη ζωή του είναι λιγότερο βέβαιος, επειδή ο χρόνος μεταξύ της διαμόρφωσης εκείνου το τμήματος του ελεφαντόδοντου και του χρόνου που ο ελέφαντας έχασε τη ζωή του είναι άγνωστη, ενώ το ζώο θα μπορούσε σε αυτό το μεσοδιάστημα να μεταναστεύει σε μακρινότερες περιοχές⁵¹². Για να εκτιμηθεί η ακρίβεια των αναλύσεων, τουλάχιστον δύο επαναληπτικές μετρήσεις θα πρέπει να γίνονται σε κάθε δείγμα. Αναλογίες ισοτόπων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό δειγμάτων ελεφαντόδοντου άγνωστης προέλευσης σε περιοχές της υποτιθέμενης προέλευσης με τη χρήσιμη γνώμη των εμπειρογνομόνων ή αποθηκευμένων δεδομένων αναφοράς σχετικά με την ταυτότητα του ελεφαντόδοντου⁵¹³. Πολλές αναλύσεις ερευνητών έχουν πραγματοποιηθεί για το σκοπό αυτό. Στον **πίνακα 8** φαίνονται οι μετρήσεις από δείγματα διαφόρων ειδών ελέφαντα από τους Jacob et al.

Μετά από κονιορτοποίηση σε μύλο με σφαιρίδια από σκληρυμένο χάλυβα και το βάζο άλεσης να ψύχεται συνεχώς με υγρό άζωτο στους -196 ° C, τα δείγματα πρέπει να καθαρίζονται με διχλωρομεθάνιο για την απόσπαση ασθενών δεσμών, προσροφημένου νερού στις ανόργανες και τις επιφάνειες των οστών, καθώς και μη πολικές ουσίες, όπως οι λιπώδεις ιστοί, και στη συνέχεια αφήνεται να στεγνώσει στον αέρα στους 60 °C για 36 ώρες. Τα δείγματα θα πρέπει στη συνέχεια να αποθηκεύονται σε ξηραντήρα για να αποφευχθεί η ύγρανση. Οι ισοτοπικές μετρήσεις των επιμέρους δειγμάτων (1-4,5 χγρ) των διαφορετικών σταθερών ισοτοπικών αναλογιών των ελαφρών στοιχείων θα πρέπει να πραγματοποιούνται με υψηλής ακρίβειας συνεχούς ισοτοπικής ροής φασματόμετρα μάζας (IRMS)⁵¹⁴. Ο συνδυασμός αυτών των τεχνικών έχει εφαρμοστεί από τους Goutu et al. για την διερεύνηση της προέλευσης φολίδων και πολλών θραυσμάτων αντικειμένων από ελεφαντόδοντο παράλληλα με την αναγνώριση του είδους από το οποίο προέρχονται. Η IRMS ή ZooMS είναι μια μέθοδος ταξινομικής ταυτοποίησης που βασίζεται στα αποτυπώματα των πεπτιδίων δακτυλικών μάζας (Η Zooarchaeology από Mass Spectrometry ή ZooMS είναι μέθοδος που ορίστηκε από τον van Doorn 2014), και όταν εφαρμόζεται σε ελεφαντόδοντο και άλλους σκελετικούς σκληρούς ιστούς, χρησιμοποιεί τη δομή του πρωτεϊνικού κολλαγόνου. Διαφορές στην αλληλουχία των αμινοξέων στο κολλαγόνο των

512 United Nations 2014, 38.

513 United Nations 2014, 38.

514 United Nations 2014, 38.

διαφόρων ειδών οδηγεί στο χαρακτηριστικό προφίλ του πεπτιδίου^{515,516}. Σε συνδυασμό με γνώση της αρχαιοζωολογίας ενός τόπου, είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται για την ταυτοποίηση αταυτοποίητων θραυσμάτων οστών, δοντιών ή άλλων υλικών. Το κονιοποιημένο ελεφαντόδοντο μπορεί να μετρηθεί άμεσα, αλλά συμβατικά πρωτόκολλα υποδεικνύουν το διαχωρισμό του ελεφαντόδοντου σε κολλαγόνο και ανόργανα συστατικά. Αυτό επιτρέπει μετρήσεις υψηλής ακρίβειας των αναλογιών ισοτόπων για τον άνθρακα και το οξυγόνο (bioapatite), άνθρακα και αζώτου (κολλαγόνο), υδρογόνο και οξυγόνο (κολλαγόνο), και θείο (κολλαγόνο).

Μια αποτελεσματική επιστημονική μέθοδος για τον προσδιορισμό της ηλικίας των ακατέργαστων ή επεξεργασμένων ελεφαντόδοντων περιλαμβάνει τις αναλύσεις του ραδιενεργού άνθρακα ¹⁴C. Τα ραδιοϊσότοπα είναι ραδιενεργά και φθείρονται κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου χαρακτηριστικής της ημίσειας ζωής τους⁵¹⁷. Η ηλικιακή κλίμακα για τη χρονολόγηση των ραδιοανθράκων κυμαίνεται μεταξύ 400 και 50.000 ετών πριν από σήμερα⁵¹⁸ (πίν.15). Η χρονολόγηση προϋποθέτει συνήθως αναλύσεις στο κολλαγόνο. Ως εκ τούτου, είναι επίσης δυνατό να εξαχθεί κολλαγόνο για το συνδυασμό ημερομηνίας ραδιοανθράκων με αναλύσεις ισοτόπων⁵¹⁹. Η σταθερή ατμοσφαιρική συγκέντρωση ραδιενεργού άνθρακα περνά ομοιόμορφα σε όλους τους ζωντανούς οργανισμούς μέσω του διοξειδίου του άνθρακα. Τα φυτά δεσμεύουν το CO₂ κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης και μετά αφού καταναλώνονται από τα φυτοφάγα ζώα τα οποία με τη σειρά τους τρώγονται από τα σαρκοφάγα. Μόνο όταν ένα φυτό ή ένα ζώο πεθαίνει σταματά την πρόσληψη ¹⁴C και η σταθερή συγκέντρωση ¹⁴C αρχίζει να φθίνει μέσω της μείωσης της ραδιενέργειας⁵²⁰.

Τα δείγματα θα πρέπει να συλλέγονται από το εγγύς άκρο του χαυλιόδοντα ή από τα άκρα της πολφικής κοιλότητας για να εκτιμηθεί η ημερομηνία θανάτου. Περίπου 10 γρ. από ελεφαντόδοντο απαιτούνται με τη χρήση συμβατικών μεθόδων ¹⁴C (π.χ. LSC, ¹⁴C). Με τη

515 Coutu et al 2016. Τα αντικείμενα προέρχονται από θέσεις της Νοτίου Αφρικής και αποδεικνύουν ενεργή επεξεργασία ελεφαντόδοντου από τον 7^ο έως 10^ο αιώνα μ.Χ. στην περιοχή.

516 Με το όνομα πεπτίδιο (peptide) χαρακτηρίζεται στη [Βιολογία](#) και [Βιοχημεία](#) οποιαδήποτε ομάδα [οργανικών ενώσεων](#) που αποτελείται από δύο ή περισσότερα [αμινοξέα](#) τα οποία και συνδέονται με [χημικό δεσμό](#) που ονομάζεται εν προκειμένω [πεπτιδικός δεσμός](#) ή [δεσμός πεπτιδίων](#).

517 Ο Libby (Αμερικανός χημικός που ανακάλυψε τη μέθοδο) εκτίμησε ότι σε κάθε δείγμα χρειάστηκαν 5.568 χρόνια για να μειωθεί στο ήμισυ ο ¹⁴C, παρόλο που η σύγχρονη έρευνα υποδεικνύει ότι ο ακριβής αριθμός ανέρχεται στα 5.730 χρόνια, βλ. Λυριντζής (2007, 293). Η νέα χρονολόγηση καθιερώθηκε μετά το 5 συνέδριο ραδιοχρονολόγησης στο Cambridge το 1962, και όπως δήλωσε ο καθηγητής Godwin H. λίγα χρόνια αργότερα στο περιοδικό Nature, η νέα χρονολόγηση είναι περισσότερο αξιόπιστη.

518 Ως φόρος τιμής στην ανακάλυψη της χρονολόγησης των ραδιοανθράκων, αλλά και ως τρόπος διασφάλισης της συνέπειας στη λογοτεχνία, οι επιστήμονες συνέχισαν να χρησιμοποιούν το 1950 ως σημείο εκκίνησης της αναδρομικής καταμέτρησης, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε ημερομηνία BP που συναντάται στις δημοσιεύσεις είναι πράγματι "Πριν το 1950" και πρέπει να υπολογίζεται σε ημερολογιακά έτη από αυτή τη χρονολογική περίοδο.

519 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

520 Λυριντζής 2007, 293.

μέθοδο φασματομετρίας επιταχυντή μάζας (AMS), απαιτούνται δύο δείγματα ακατέργαστου ελεφαντόδοντου συνολικού ύψους περίπου 200 mg. Αυτή η μέθοδος μετρά απευθείας τα άτομα του ^{14}C παραβλέποντας εντελώς τα βήτα σωματίδια που εκπέμπονται (δηλ. τη ραδιενέργειά τους).⁵²¹ Εάν η συνδυασμένη ραδιοαναλυτική μέθοδος εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό της ειδικής χημικής δραστηριότητας των $^{14}\text{C}/\text{C}$ και $^{90}\text{Sr}/\text{Ca}$ και $^{228}\text{Th}/^{232}\text{Th}$, τουλάχιστον 10 γρ. ελεφαντόδοντου είναι αναγκαία να αναγνωριστούν επαρκώς οι τιμές σε χαμηλότερα όρια ανίχνευσης⁵²².

Η ραδιοαναλυτική μέθοδος συνίσταται από αποτέφρωση, ραδιοχημικό διαχωρισμό και παρασκευή κατάλληλων δειγμάτων ανίχνευσης. Οι μέθοδοι ανάλυσης πρέπει να εκτελεστούν τόσο αποτελεσματικά και ανεπηρέαστα όσο το δυνατόν, πραγματοποιώντας πολύ χαμηλά όρια ανίχνευσης. Είναι απαραίτητο να διαχωριστούν και να συγκεντρωθούν τα στοιχεία που ενδιαφέρουν, χωρίς σημαντικές απώλειες, και τον καθαρισμό τους από πιθανώς παρεμποδίζοντα ραδιονουκλίδια, όπως τα ^{40}K και ^{137}Cs . Διαφορετικές μέθοδοι ανίχνευσης πυρηνικής ακτινοβολίας χαμηλού επιπέδου εφαρμόζονται για να προσδιοριστούν οι δραστηριότητες των ραδιονουκλιδίων. Αυτές είναι η Καταμέτρηση Υγρού Σπινθηρισμού (LSC) για την ανίχνευση ^{14}C , η Καταμέτρηση Βήτα από έναν μετρητή ροής αερίων για την ανίχνευση ^{90}Sr και η Φασματομετρία Άλφα από έναν ανιχνευτή φραγμού επιφάνειας πυριτίου⁵²³ για την ανίχνευση των ραδιονουκλιδίων ^{228}Th και ^{232}Th . Για να εκπληρώσει την αναγνώριση ένα άρτια εξοπλισμένο εργαστήριο ραδιοαναλυτικών μεθόδων πρέπει εκτός από καλά εκπαιδευμένο προσωπικό να είναι διαθέσιμες συσκευές ανίχνευσης χαμηλού επιπέδου πυρηνικών⁵²⁴. Πρέπει να τονιστεί ωστόσο ότι η χρονολόγηση με ^{14}C δεν χρονολογεί το έτος επεξεργασίας του αντικειμένου, αλλά την ημερομηνία θανάτου του ζώου. Επομένως αυτή η τεχνική πρέπει να χρησιμοποιηθεί με προσοχή καθώς ένα αντικείμενο μπορεί να κατασκευάστηκε πολύ αργότερα από την στιγμή που το θηλαστικό κυνηγήθηκε για το χαυλιόδοντά του⁵²⁵. Στη σύγχρονη χρονολόγηση με ραδιοάνθρακα απαιτείται αντικατάσταση δύο καταστρεπτικών βημάτων: α) προεπεξεργασία για την απομάκρυνση των μολυσματικών χουμικών οξέων, που πραγματοποιείται επί του παρόντος με πλύσεις με οξέα και β) εκχύλιση του αναγκαίου για ανάλυση με φασματομετρία επιταχυντή μάζας (AMS) άνθρακα, που γίνεται επί του παρόντος με πλήρη καύση του δείγματος,

521 Λυριντζής 2007, 295.

522 United Nations 2014, 39.

523 Οι ανιχνευτές φραγμού επιφάνειας έχουν το πλεονέκτημα ότι είναι πρακτικά χωρίς παράθυρα και επομένως είναι πολύ κατάλληλοι για φασματοσκοπία με σωματίδια υψηλού ειδικού ιονισμού όπως τα σωματίδια άλφα και τα θραύσματα σχάσης, ενώ ο τύπος μετατόπισης ιόντων είναι πιο ενδεδειγμένος για τα ηλεκτρόνια και τη φασματοσκοπία γάμμα λόγω της πυκνότερης ευαίσθητης προσιτής περιοχής. (Cappellani and Restelli, 1963).

524 United Nations 2014, 39.

525 Oddy 2012, 484.

απελευθερώνοντας διοξείδιο του άνθρακα. Η νέα μέθοδος, του Rowe προτείνει την αντικατάσταση του δεύτερου βήματος με τη χρήση χαμηλής θερμοκρασίας πλάσματος αργού και οξυγόνου, ώστε να εξαχθεί περ. 100 χγρ. C από την εκτεθειμένη επιφάνεια του αντικειμένου χωρίς καμία εμφανή αισθητική ή καταστρεπτική αλλαγή σε αυτό. Στη νέα μέθοδο, οι επιστήμονες τοποθετούν ένα ολόκληρο τεχνούργημα σε ένα ειδικό θάλαμο πλάσματος, ένα ηλεκτρικά φορτισμένο αέριο παρόμοιο με τα αέρια που χρησιμοποιούνται σε οθόνες πλάσματος μεγάλης οθόνης. Το αέριο αργά και απαλά οξειδώνει την επιφάνεια του αντικειμένου για να παράγει διοξείδιο του άνθρακα για την ανάλυση C-14 χωρίς να καταστρέφει την επιφάνεια, όπως ισχυρίζεται ο ερευνητής⁵²⁶. Η εξαγωγή κολλαγόνου για ανάλυση σταθερών ισotόπων είναι κατάλληλη και για τον προσδιορισμό της πρωτεϊνικής αλληλουχίας. Η χρήση οξέος για την εκχύλιση κολλαγόνου θα προκαλέσει σοβαρή υδρόλυση οποιουδήποτε υπολειμματικού DNA, αλλά αν για την εξαγωγή χρησιμοποιηθεί EDTA⁵²⁷ για την απομόνωση του κολλαγόνου, τότε οποιουδήποτε αδιάλυτο κολλαγόνο θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση μιας επακόλουθης ανάλυσης του DNA. Ωστόσο, θα ήταν πιο λογικό να εξαχθεί πρώτα το DNA⁵²⁸.

9.3.5 DNA

Η τυποποίηση DNA⁵²⁹ των οστών, δηλαδή η μοριακή ανάλυση του DNA από σκελετικό υλικό, έχει αναπτυχθεί με εξαιρετικό ρυθμό από τα τέλη της δεκαετίας του '80 όταν ξεκίνησε να εφαρμόζεται. Πριν από αυτό το διάστημα, η εξαγωγή του DNA από το αρχαιολογικό υλικό, ή ακόμη και από σύγχρονα οστά (άτομα- ζώα κτλ), θεωρούνταν αδύνατη. Σήμερα, μία γενεά αργότερα, η τυποποίηση DNA των οστών χρησιμοποιείται ευρέως στην ιατροδικαστική ταυτοποίηση και εφαρμόζεται σε πολλά επιστημονικά πεδία, κυρίως στη μελέτη της ανθρώπινης

526 Rowe 2007.

527 EDTA (αιθυλενοδιαμινο-τετραοξικό-οξύ) χηλικός παράγοντας με υψηλή έλξη από τα μεταλλικά ιόντα του Mg, και τα συμπαράγοντα DNase (ένζυμα που αποικοδομούν το DNA). Το EDTA δεσμεύεται στα ιόντα και ανατρέπει τις επιδράσεις του.

528 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

529 Δεσοξυριβουκλεϊνικό οξύ, το υλικό που φέρει τις κληρονομικές προδιαγραφές που καθορίζουν το σχηματισμό όλων των ζωντανών οργανισμών. Τα υπεύθυνα γονίδια για την κληρονομικότητα αποτελούνται από DNA, βλ. Λυριτζής (2007, 467).

εξέλιξης, αλλά και στη μελέτη της εξημέρωσης των ζώων, στην αρχαιολογία, την παλαιοπαθολογία, την ταξινόμηση και διατήρηση⁵³⁰.

Όπως συμβαίνει με όλα σχεδόν τα βιολογικά υλικά, το ελεφαντόδοντο περιέχει DNA που μπορεί να ανακτηθεί και αναλυθεί για τη διευκόλυνση της αναγνώρισης. Ένας αριθμός τεχνικών αναλύσεων του DNA μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιοριστεί κατά πόσο ή όχι το ελεφαντόδοντο προέρχεται από ελέφαντα (σε αντίθεση με θαλάσσιο ίππο, φάλαινα, ιπποπόταμο, κλπ). Κλάσμα επιλογής για τέτοιου είδους μελέτη αποτελεί το μιτοχονδριακό γονιδίο DNA το οποίο παρουσιάζει ένα μικρό σχετικά μόριο, εμφανίζει κυκλική διαμόρφωση με αποτέλεσμα να είναι ανθεκτικότερο του χρωμοσωματικού DNA⁵³¹. Επιπλέον οι αλληλουχίες βάσεων του mtDNA εμφανίζονται σε μεγάλο αριθμό αντιγράφων στο κύτταρο. Για τους παραπάνω λόγους αποτελεί άριστο υλικό υπόστρωμα για την επιλεκτική ενίσχυση μέσω της PCR (Polymerase Chain Reaction) αλληλουχιών βάσεων⁵³² DNA μεγάλου φάσματος βιολογικών δειγμάτων⁵³³, τεχνική που θα περιγραφεί στη συνέχεια. Η προκύπτουσα αλληλουχία DNA συγκρίνεται με μία βάση δεδομένων αναφοράς της αλληλουχίας για να συναχθεί η προέλευση ενός δείγματος⁵³⁴. Το μιτοχονδριακό DNA χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της επιστήμης της ταξινομίας και ιατροδικαστικής, τόσο των ανθρώπων όσο και για θέματα της άγριας πανίδας. Η μιτοχονδριακή εξακρίβωση DNA έχει τη δυνατότητα να προσδιορίσει ένα είδος και απαιτεί πρόσβαση σε ειδικό εξοπλισμό. Πρόκειται για μια καταστροφική μέθοδο, ωστόσο, μόνο ένα μικρού μεγέθους δείγμα είναι απαραίτητο για την ανάλυση αυτή⁵³⁵. Κατά γενικό κανόνα, το aDNA⁵³⁶ από τα δόντια –και

530 Hagelberg 2012, 95. Οι πρώτες προσπάθειες για ανάκτηση του DNA από αρχαιολογικά ευρήματα και μουσειακά δείγματα περιελάμβαναν μαλακούς ιστούς, όπως διατηρημένα ζωικά δέρματα και αιγυπτιακές μούμιες. Το 1987, άρχισαν να πραγματοποιούνται οι πρώτες έρευνες για την ανάλυση του DNA από οστά. Η δυνατότητα ανάκτησης του DNA από σκελετικό υλικό δημιούργησε νέες ευκαιρίες για τη μελέτη των αρχαίων πληθυσμών, καθώς τα οστά είναι πιο άφθονα από ό, τι ο μαλακός ιστός και διατηρούνται στο αρχαιολογικό αρχείο.

531 Το μιτοχόνδριακο DNA κληρονομείται μόνο από τη μητέρα. Αυτό συμβαίνει επειδή το μαστίγιο του σπερματοζωαρίου, το οποίο φέρει τη συντριπτική πλειονότητα των μιτοχονδρίων του, δεν εισέρχεται στο ωάριο κατά τη γονιμοποίηση. Αντίθετα, βλ. Renfrew (2005) όπου χρησιμοποιώντας το Y χρωμόσωμα που δεν ανασυνδυάζεται στη διαδικασία γονιμοποίησης αλλά μεταβιβάζεται αμετάβλητα από τον πατέρα, γίνονται δυνατές αναλύσεις στα αρσενικά.

532 Με τον όρο **αλληλουχία αμινοξέων** (amino-acid sequence) ονομάζεται η σειρά με την οποία ενώνονται τα αμινοξέα με πεπτιδικούς δεσμούς για να σχηματίσουν μια πρωτεΐνη. Συχνά αναφέρεται και ως **πρωτοταγής** δομή των πρωτεϊνών. Η δευτεροταγής και η τριτοταγής δομή των πρωτεϊνών εξαρτώνται ιδιαίτερα από την **αλληλουχία αμινοξέων**, η οποία και τελικά καθορίζει την λειτουργία του μορίου. Η πληροφορία της αλληλουχίας των αμινοξέων βρίσκεται αποθηκευμένη στο DNA, που αποτελείται από βάσεις. Τρεις βάσεις κωδικοποιούν ένα αμινοξύ, που με τις διαδικασίες της μεταγραφής και της μετάφρασης, καθοδηγείται η σύνθεση των πρωτεϊνών.

533 Ζουγανέλης 2006, 42.

534 Η βάση δεδομένων καθολικής συχνότητας (AFND) παρέχει μια κεντρική πηγή, ελεύθερη για όλους, για την αποθήκευση συχνότητων αλληλόμορφων από διαφορετικές πολυμορφικές περιοχές του ανθρώπινου γονιδιώματος. Οι χρήστες μπορούν να συνεισφέρουν τα αποτελέσματα της εργασίας τους σε μία κοινή βάση δεδομένων και μπορούν να πραγματοποιούν αναζητήσεις σε βάσεις δεδομένων με πληροφορίες που είναι ήδη διαθέσιμες.

535 United Nations 2014, 28.

536 Τα υποβαθμισμένα εξαιτίας της διαγένεσης μόρια DNA ονομάζονται αρχαίο aDNA και μπορούν να αναλυθούν με πολύ εξειδικευμένες τεχνικές σε πολύ ευαίσθητα εργαστήρια, βλ. Bramanti (2013, 100).

κατ' επέκταση τους χαυλιόδοντες- είναι λιγότερο επιρρεπές στην αποσύνθεση από το αντίστοιχο των οστών επειδή η αδαμαντίνη, η σκληρότερη και πιο έντονα ορυκτοποιημένη ουσία του σώματος, προστατεύει επαρκώς την οδοντίνη και την πολφική κοιλότητα από εξωτερικούς παράγοντες όπως το υπεριώδες φως και τους μικροοργανισμούς. Η αδαμαντίνη οφείλει την αντοχή και την ευθραυστότητα της στη μεγάλη ποσότητα των ανόργανων συστατικών της, κυρίως του κρυσταλλικού φωσφορικού ασβεστίου (υδροξυαπατίτη), υλικό που έχει την ιδιότητα να δεσμεύει και να διατηρεί το διπλόκλωνο DNA. Κατά συνέπεια, η βλάβη στο DNA τόσο της οδοντίνης όσο και του πολφού από εξωτερικούς παράγοντες είναι πολύ μειωμένη⁵³⁷. Μελέτες που συγκρίνουν την περιεκτικότητα του DNA μεταξύ διαφορετικών τύπων δοντιών έδειξαν ότι τα δόντια με τον μεγαλύτερο όγκο πολφικής κοιλότητας παρέχουν την καλύτερη πηγή DNA λόγω της παρουσίας περισσότερων κυττάρων πολφού. Η οστεΐνη και η πολφική κοιλότητα αποδίδουν περισσότερο nuDNA και μαζί με την οδοντίνη είναι καλές πηγές mtDNA, αντίθετα τα σημεία που καλύπτονται από αδαμαντίνη που είναι ακυτταρική, δεν περιέχουν DNA.⁵³⁸

Αναφορικά με την μελέτη της γεωγραφικής προέλευσης, υπάρχουν τρεις περιοχές του DNA που μπορούν να χρησιμοποιηθούν: το mtDNA, το Y-χρωμόσωμα STRs και οι αυτοσωματικοί (πυρηνικοί) μικροδορυφόροι DNA. Η εξακρίβωση του DNA χρησιμοποιώντας μικροδορυφόρους είναι μια δοκιμασμένη μέθοδος για το γεωγραφικό προσδιορισμό. Ωστόσο, ο προσδιορισμός της προέλευσης χρησιμοποιώντας mtDNA και Y STRs είναι χαμηλότερης ισχύος σε σχέση με τη χρήση των αυτοσωματικών πυρηνικών μικροδορυφορικών δεικτών και απαιτούν επίσης πολύ εμπειρισματομένη δειγματοληψία λόγω της μεταβίβασης του φύλου. Η κοινή παρουσία ενός απλότυπου μπορεί να μην αποδεικνύει προέλευση αν αυτός ο απλότυπος είναι παρών σε πληθυσμούς χωρίς δείγμα από άλλες περιοχές. Ομοίως, έλλειψη ενός απλότυπου από μια θέση θα μπορούσε να προκύπτει από την ατελή δειγματοληψία και επομένως δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το δείγμα ήρθε από άλλη περιοχή⁵³⁹.

537Bramanti 2013, 102; Ζουγανέλης 2006, 36.

538 Martinez 2015, 45. Τα δόντια αποτελούνται από διαφορετικούς ιστούς (σμάλτο, οδοντίνη και οστεΐνη) και περιοχές (ρίζα και κορυφή) και το DNA δεν κατανέμεται ομοιόμορφα μεταξύ τους. Οι ρίζες, οι οποίες αποτελούνται από οστεΐνη, οδοντίνη και πολφό, έχουν αποδειχθεί ότι δίνουν περισσότερο DNA από την κορυφή η οποία αποτελείται κυρίως από σμάλτο που είναι ακυτταρικό και δεν περιέχει DNA. Το σμάλτο είναι ο σκληρότερος ιστός και αποτελείται από επιμήκεις κρυστάλλους HAP μεγαλύτερους από εκείνους στα οστά και παρουσιάζει χαμηλό πορώδες που το καθιστά πυκνότερο και λιγότερο διαλυτό από τον ιστό του οστού, καθώς και λιγότερο επιρρεπές σε μόλυνση με το σύγχρονο DNA.

539United Nations 2014, 31. Οι μικροδορυφόροι στο χρωμόσωμα Y έχουν ένα συγκεκριμένο πλεονέκτημα, δεδομένου ότι περνάνε μόνο από τον τάυρο σε αρσενικούς απογόνους. Τόσο η μιτοχονδριακή εξακρίβωση DNA και οι Y-STR δείκτες έχουν μια σημαντικά χαμηλότερη ικανότητα διάκρισης όταν συγκρίνονται με τους δείκτες που περιγράφονται.

Η ανάλυση του DNA που προέρχεται από τα αρχαιολογικά δείγματα μπορεί να προσφέρει μοναδικές πληροφορίες για το παρελθόν. Ωστόσο, η μελέτη του aDNA αποδεικνύεται μεθοδολογικά δύσκολη, κυρίως λόγω της προβληματικής κατάστασης διατήρησής του. Τα αρχαία βιολογικά δείγματα έχουν γενικά μικρές ποσότητες του φυσικώς και χημικώς αποικοδομημένου DNA. Αρχαία υλικά μπορεί να έχουν μολυνθεί σε μεγάλο βαθμό από χουμικά οξέα και μικροοργανισμούς του εδάφους, καθώς και από κόλλες και συντηρητικά που χρησιμοποιήθηκαν από επιμελητές μουσείων. Σε μια προσπάθεια να ξεπεραστούν αυτά τα τεχνικά προβλήματα, οι επιστήμονες στράφηκαν σε μια ισχυρή νέα τεχνική, την αλυσιδωτή αντίδραση πολυμέρασης, ή PCR. Η μέθοδος PCR χρησιμοποιείται για να ενισχύσει ή να αντιγράψει ειδικά σπασμένα DNA για να παραχθούν επαρκείς ποσότητες για τον προσδιορισμό της αλληλουχίας βάσεων DNA. Η μέθοδος χρησιμοποιεί θερμότητα για να διαχωρίσει (μετουσιώσει) τους δύο συμπληρωματικούς κλώνους ενός μορίου DNA, καθένα από τα οποία στη συνέχεια αντιγράφεται μέσω μίας DNA πολυμέρασης (ένζυμο που αντιγράφει το DNA) για να παράγει δύο αντίγραφα του αρχικού μορίου. Το ακριβές τμήμα DNA που πρόκειται να αντιγραφεί καθορίζεται από μικρά τμήματα μονόκλωνων DNA που ονομάζονται «εκκινητές», τα οποία ορίζουν την περιοχή ενδιαφέροντος. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται συνεχώς, κάθε φορά διπλασιάζοντας τον αριθμό των επιθυμητών μορίων DNA. Καθώς μόλις ένα και μόνο συγκεκριμένο τμήμα του DNA μπορεί να αντιγραφεί για να δώσει χρησιμοποιήσιμες ποσότητες, η τεχνική έχει αποδειχθεί ανεκτίμητη σε πολλούς διαφορετικούς τομείς της έρευνας, καθώς επιτρέπει στους επιστήμονες τόσο τον εντοπισμό ενός ενδιαφέροντος τμήματος του DNA μεταξύ πολλών, όσο και την ανάκτηση πληροφοριακού DNA από υλικά που περιέχουν πολύ λίγη ποσότητα⁵⁴⁰.

Στις μελέτες αυτές ο φυλετικός λόγος (sex ratio) αποτελεί βασικό βιολογικό δεδομένο, παράλληλα με την ηλικία και τη διατροφή. Αν και η εκτίμηση του φύλου με βάση μορφολογικών χαρακτηριστικών από σκελετικά υπολείμματα είναι συχνά υπόθεση ρουτίνας, συναντώνται περιπτώσεις που είναι δύσκολο να ολοκληρωθεί, όπως όταν το δείγμα είναι κατεστραμμένο ή έχει πολλές ελλείψεις. Η τεχνολογία του DNA επιτυγχάνει την ανάλυση δειγμάτων με την ανίχνευση των X και/ή Y χρωμοσωμάτων⁵⁴¹. Στην παρούσα μελέτη η ανεύρεση του φύλου του θηλαστικού θα μπορούσε να δώσει πληροφορίες έμμεσα, όπως για παράδειγμα αν το υπό έρευνα αντικείμενο προέρχεται από θηλυκό θηλαστικό, οπότε αποκλείει την περίπτωση των ασιατικών ελεφάντων ως πηγή προέλευσης καθώς όπως είναι γνωστό δεν φέρουν χαυλιόδοντες.

540 Hagelberg 2012, 67.

541 Ζουγανέλης 2006, 46.

Υπάρχει η αισιοδοξία ότι η σωστή διαχείριση των πρωτόκολλων σχετικά με το aDNA, η εκτενής απόκτηση δεδομένων, και η εξακρίβωση της γνησιότητας των αποτελεσμάτων DNA που προέρχονται από τα αρχαιολογικά δείγματα, θα αποτελέσει πλούτο πληροφοριών για το παρελθόν⁵⁴².

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ

Οι πιο ουσιαστικές αποδείξεις για το αρχαίο εμπόριο είναι τα αντικείμενα που αναγνωρίζονται ως εισαγωγές, δηλαδή εκείνα που ανακαλύπτονται σε σημεία μακριά από τις περιοχές που κατασκευάστηκαν και που συνήθως δημιουργήθηκαν από εξωτικά υλικά. Οι διάφορες κατηγορίες των ευρημάτων συνδυάζονται για να περιγραφεί ένα δίκτυο μεσογειακών ανταλλαγών μέσω των οποίων το Αιγαίο συνδέεται με τις ανατολικές αυτοκρατορίες των Χετταίων στην Ανατολία και τη φαραωνική Αίγυπτο, με μικρότερα, αλλά βασικά κέντρα παραγωγής, βασιλεία, όπως της Alalakh και της Ουγκαρίτ, συμπεριλαμβανομένης της νήσου Κύπρου, και επίσης με περιοχές δυτικά, όπου καταναλώνονται αιγιακά προϊόντα, όπως η Vínara ανοικτά των ακτών της Ιταλίας⁵⁴³. Όταν πρόκειται για διακοσμητικά αντικείμενα από

542 Kemp 2007, 93.

543 Burns 2010, 297.

επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο, είναι σίγουρο πως μεταφέρθηκαν από μακρινές αποστάσεις και δια μέσω διαφορετικών πολιτιστικών ορίων⁵⁴⁴, και μέσω αυτών διαφαίνεται η επίγνωση και εκτίμηση των πολιτιστικών διαφορών⁵⁴⁵. Το ελεφαντόδοντο ήταν ένα μικρό αντικείμενο μέσα σε ένα πολύ μεγαλύτερο δίκτυο ανταλλαγών που έλαβε χώρα στην Εποχή του Χαλκού. Τα διάφορα είδη των αντικειμένων και υλικών, τα οποία βρέθηκαν σε μια περιοχή εκφράζουν φυσικά κινητικότητα. Μονά ή πολλαπλά παραδείγματα του υλικού πολιτισμού λειτούργησαν ως πράκτορες, οι οποίοι οδήγησαν σε εξελίξεις σε διάφορους τομείς των κοινωνιών, καθώς συνοδεύονταν από μετανάστες, εμπόρους και επιχειρηματίες που έφεραν μαζί τους νέες ιδέες, πρακτικές και υλικό πολιτισμό. Επομένως, η συλλογική περιφερειακή ταυτότητα συντέθηκε από μια ποικιλία πολιτιστικών εκφράσεων που συνεχώς μεταβάλλονταν, και αναπτύσσονταν κατά μήκος των εμπλεκόμενων περιοχών^{546,547}. Το επεξεργασμένο ελεφαντόδοντο κατ' επέκταση, φαίνεται να αποτέλεσε μια μορφή τέχνης, της οποίας η εξωτική προέλευση προκάλεσε αίσθηση. Στο διεθνές περιβάλλον της ανατολικής Μεσογείου κατά τη δεύτερη χιλιετία π.Χ., το ελεφαντόδοντο ήταν ένα από τα κύρια μέσα στα οποία αντικατοπτρίστηκαν οι επιρροές ανάμεσα στους διαφορετικούς πολιτισμούς⁵⁴⁸. Η ανάγκη προβολής του κάθε λαού, είχε σαν αποτέλεσμα τη συμμετοχή στις διεθνείς τάσεις (μόδα της εποχής). Ένα βασίλειο μπορούσε να επιδεικνύει το κύρος του, όχι μόνο με τα όπλα, αλλά και από την παρουσία του μέσα στη μόδα της εποχής. Η επικοινωνία μέσω του διεθνούς εμπορίου προϋπέθετε επαφές, άρα «γνωριμία», σεβασμό και επίδειξη. Η κάθε χώρα για να παρουσιάζεται πλούσια και ισχυρή έπρεπε να είναι ενήμερη για τις καλλιτεχνικές ανακαλύψεις, την εικονογραφία της εποχής και τα υλικά που χρησιμοποιούνταν. Είναι επομένως πιθανόν, η κοινή χρήση εικονογραφικών και τεχνοτροπικών εκφράσεων από τους άρχοντες της εποχής, να ήταν ένας τρόπος αποδοχής από τους άλλους πολιτισμούς⁵⁴⁹ και επίδειξη εξουσίας προς τους υποτελείς τους. Το εμπόριο ελεφαντόδοντου θα μπορούσε να ήταν

544 Η Feldman (2002,7) προτιμά να χρησιμοποιεί τον όρο διαπολιτισμικός (intercultural) καθώς δεν υπήρχαν κράτη με τη σημερινή έννοια του όρου.

545 Larsen 2008-9, 17.

546 Schallin 2016, 160.

547 Η κατασκευή μιας τεχνολογίας κατά τον Pfaffenberger (1988, 249) δεν είναι απλώς η ανάπτυξη υλικών και τεχνικών, αλλά επίσης η οικοδόμηση κοινωνικών και οικονομικών συμμαχιών, η επινόηση νέων νομικών αρχών για τις κοινωνικές σχέσεις και η παροχή ισχυρών καινούργιων μέσων για τη δημιουργία πολιτιστικών μύθων.

548 Rehak και Younger 1998a, 254.

549 Σύμφωνα με τον Patzek (2003, 66) η διακοσμητική τέχνη του 13ου και 12ου αιώνα αποδεικνύει μια κοινή γλώσσα μεταξύ αυτών των πολιτισμών, τεκμηριωμένη από την τεχνοτροπία και την εικονογραφία στην τέχνη της Αιγύπτου, της Βαβυλωνίας, της Συρίας και του μυκηναϊκού κόσμου. Αυτό οδηγεί στην υπόθεση ότι συνέβη μίξη στον καλλιτεχνικό και φιλολογικό κόσμο. Μπορεί να υποθεθεί ότι φιλολογικές επιρροές έφτασαν από μια σχετικά συγγενική σχολή στο μυκηναϊκό κόσμο, όπως θα έφτασε από τη Βαβυλώνα και διαδόθηκαν τα έπη στην Παλαιστίνη (Μεγιδώ) στη βόρεια Συρία (Ουγκαρίτ), στην Αίγυπτο (Αμάρνα) στο βασίλειο των Χετταίων και έγιναν γνωστά και στις Μυκήνες. Αυτό το πολιτιστικό πλαίσιο θα μπορούσε να εξηγήσει πως ένας μονάρχης των Μυκηναίων θα είχε τη δυνατότητα να δώσει ένα κάποιο επικό βαθμό σε μια επιχείρησή του και πως ιστορικά και μυθικά γεγονότα συνυφαίνονται με την υποτιθέμενη μυκηναϊκή παράδοση.

περιττό, καθώς το ξύλο ή το οστό αποτελούν ικανοποιητικά υλικά ως φορείς διακοσμητικών αντικειμένων κι έργων τέχνης, διαθέσιμα -και μάλιστα πολύ ευκολότερα- σε τοπική εμβέλεια. Παράλληλα με τα διάφορα μέταλλα που η χρήση τους όμως, είναι απαραίτητη, το ελεφαντόδοντο κατέληξε να είναι είδος πολυτελείας, σημαντικό ανταλλακτικό προϊόν, ενδεδυμένο με μια διάθεση διεθνισμού και προβολέας κοσμοπολίτικης ζωής και ιδεών. Τα ταξίδια επομένως θα μπορούσαν να αποσκοπούν πέρα από την καθαρή πρόσληψη αναγκαίων αγαθών, την επιδίωξη για επικοινωνία και ανάπτυξη πολιτισμού.

Με βάση τα στοιχεία που προέκυψαν από την βιβλιογραφική έρευνα για τη σύνταξη της παρούσας μελέτης, υπάρχουν δύο περιοχές προέλευσης ελεφαντόδοντου από ελέφαντα στην ανατολική Μεσόγειο κατά την ΕΧ, η Συρία και η Αφρική. Η Αίγυπτος φαίνεται ότι είχε ενεργήσει ως διαμεσολαβητής στο εμπόριο από τη Νουβία και το Σουδάν, αλλά δεν υπάρχουν αποδεικτικά στοιχεία αν εξήγαγε ποτέ ακατέργαστο ελεφαντόδοντο, και οι απόψεις που θέλουν την αχανή χώρα ως πηγή ακατέργαστου ελεφαντόδοντου, παραμένουν καθαρά εικασίες. Η βόρεια Αφρική, ωστόσο, θα μπορούσε να προμήθευε ελεφαντόδοντο ως πρώτη ύλη, παρόλο που αυτή η περιοχή στερείται επίσης αποδεικτικών στοιχείων για μια τέτοια εκτίμηση. Η Συρία, από την άλλη πλευρά, είναι γνωστό ότι εμπορεύονταν ελεφαντόδοντο, που τυπικά απεικονίζεται ως φόρος τιμής σε αιγυπτιακές ιστορικές πηγές, και οι Μιτάννοι στη βόρεια Συρία έστελναν ελεφαντόδοντο ως ανταλλαγή δώρων στον Αιγύπτιο Φαραώ. Επιπλέον, ακατέργαστο ελεφαντόδοντο και οστεολογικά κατάλοιπα βρίσκονται σε μεγάλα εμπορικά κέντρα της Συρίας, όπου τα εργαστήρια μεταμόρφωναν τους χαυλιόδοντες σε αντικείμενα κύρους. Η Συρο-Παλαιστίνη σύμφωνα με τα οστεολογικά στοιχεία έχει θεωρηθεί ως η πιο πιθανή πηγή ελεφαντόδοντου από ιπποπόταμο. Η γενική έλλειψη οστεολογικών στοιχείων από την Αίγυπτο είναι αιγιματική και είναι πολύ πιθανό ότι οι Αιγύπτιοι δεν χρησιμοποίησαν ελεφαντόδοντο από ιπποπόταμο, προτιμώντας αντ' αυτού να επεξεργάζονται τους χαυλιόδοντες του ελέφαντα. Ίσως οι πληθυσμοί των ιπποπόταμων μειώνονταν ήδη ταχέως από το Νέο Βασίλειο και ήταν πιο πιθανό να περιφέρονταν σε περιοχές της Άνω Αιγύπτου παρά στην Κάτω Αίγυπτο. Οι ιπποπόταμοι βρίσκονταν σίγουρα στον Άνω Νείλο, στο νότιο Σουδάν. Η τοπική μείωση οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στην καταστροφή των οικοτόπων που προκλήθηκε από τον άνθρωπο, αρχικά με την άνοδο της γεωργίας, την ανάπτυξη των πόλεων και την επέκταση του ποιμαντισμού. Για ορισμένους, η εντατικοποίηση του κυνηγιού έδωσε το τελικό, καταστροφικό πλήγμα. Αποδεικτικά στοιχεία, με εξαίρεση τον ελληνικό χώρο, για την εκμετάλλευση του κάπρου στις περιοχές της ανατολικής Μεσογείου δεν είναι πολλά και αυτό μπορεί να σημαίνει πως η μικρή επιφάνεια του χαύλιου κάπρου δεν θα προσέλκυσε τους τεχνίτες, όταν αυτοί

μπορούσαν να αξιοποιήσουν τις ανάγκες τους για το πολύτιμο υλικό από τα μεγαλύτερα θηλαστικά που ήταν άμεσα διαθέσιμα στις περιοχές τους. Ένας γενικός κανόνας, επομένως, είναι παρατηρήσιμος: στη δεύτερη χιλιετία το μεγαλύτερο μέρος του ελεφαντόδοντου φαίνεται να έχει προέλθει από ιπποπόταμους, ενώ κατά την πρώτη χιλιετία οι ελέφαντες ήταν η κύρια πηγή⁵⁵⁰. Ειδικότερα, τα αντικείμενα που βρέθηκαν στο Αιγαίο θα μπορούσαν να προέρχονται από διάφορες πηγές, καθώς στην περιοχή δεν επιβίωνε κανένα από αυτά τα ζώα, πλην του κάπρου, που ως γνωστό χρησιμοποιούνταν ουσιαστικά για συγκεκριμένο σκοπό. Σε καμιά περίπτωση όμως, οι χάλυλοι του αγριόχοιρου και τα οστά από τα διάφορα βοοειδή και άλλα ζώα που συναντώνται στον αιγαίο χώρο, δεν θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν ή ανταγωνιστούν τη λάμψη του ελεφαντόδοντου των μεγάλων θηλαστικών.

Τα συστήματα εμπορίου και ανταλλαγής του παρελθόντος αποτελούσαν πάντοτε σημαντικό επίκεντρο έρευνας για την αρχαιολογία και συχνά η μελέτη τους αποδεικνύεται δύσκολη, ειδικά όσον αφορά στα κατάλοιπα των πρώτων κοινωνιών. Στην πραγματικότητα, οι ερευνητές έχουν στη διάθεσή τους μόνο ότι αυτές οι κοινωνίες έχουν αφήσει πίσω τους και διατηρήθηκε στο χρόνο, όπως είναι τα αρχαιολογικά αντικείμενα. Αρχικά, οι μελέτες επικεντρώθηκαν στις τυπολογίες του σχήματος και διακόσμησης, αλλά στη συνέχεια, προκειμένου να συλλεχθούν περισσότερες πληροφορίες, οι αρχαιολόγοι άρχισαν να μελετούν το ίδιο το υλικό, ζητώντας απαντήσεις σε μια σειρά ερωτήσεων, όπως είναι η προέλευση της πρώτης ύλης και ο τρόπος επεξεργασίας της για να υποστεί την τελική της μορφή. Ακόμα και τα ταπεινά υλικά προκαλούν για την ανάπτυξη νέων μεθόδων μελέτης τους, καθώς προσδίδουν νέες πληροφορίες και οδηγούν σε τομείς έρευνας που παλαιότερα θα ήταν απροσδόκητοι. Η μεθοδολογία σημείωσε επίσης σημαντικές αλλαγές και εξελίξεις, ιδίως στον τομέα της διεπιστημονικής και πειραματικής εργασίας. Μελέτες διαφόρων αντικειμένων, όπως από πέτρα, ύφασμα ή μέταλλο, δεν μπορούν να ολοκληρωθούν χωρίς την προσεκτική ταυτοποίηση και λεπτομερείς αναλύσεις της πρώτης ύλης. Αυτό σημαίνει πως όσο περισσότερα δεδομένα συλλέγονται, τόσο περισσότερες πληροφορίες μπορεί να αποκαλύψει ένα αντικείμενο. Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα αντικείμενα μπορούν να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στην αναγνώριση της κυκλοφορίας των αγαθών και στην ανακατασκευή των αρχαίων δικτύων ανταλλαγής. Πολλές μέθοδοι ανάλυσης έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια για να αναγνωρίσουν και να καθορίσουν την προέλευση συγκεκριμένων υλικών και να αναδομήσουν την παραγωγή και τη διανομή καθώς και την οργάνωση του συστήματος ανταλλαγής.

550 Rehak and Younger 1998a, 231.

Συχνά τα ανασκαφικά ευρήματα και οι γραπτές πηγές δεν αρκούν για την διάκριση των ειδών που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή αντικειμένων από ελεφαντόδοντο, και τα εικονογραφικά και τεχνοτροπικά χαρακτηριστικά των αντικειμένων, περιπλέκουν τις πληροφορίες, ειδικά κατά την περίοδο της επικράτησης του διεθνούς ρυθμού και αποτελούν παράγοντες που δεν είναι πάντα αρκετά ακριβείς και συνεπείς⁵⁵¹. Ο σύγχρονος ερευνητής για να προχωρήσει στην αναγνώριση του είδους και κατ' επέκταση της προέλευσης των διαφόρων υλικών όπως του ελεφαντόδοντου, οφείλει να λάβει υπόψη του μια σειρά παραγόντων όπως η σκληρότητα, το χρώμα και το μέγεθος. Η διερεύνηση των ιδιαίτερων μορφολογικών χαρακτηριστικών του υλικού και η μακροσκοπική παρατήρηση είναι δυνατό να δώσουν ικανοποιητικές πληροφορίες χωρίς την ανάγκη επεμβατικής ή χημικής ανάλυσης. Επιπλέον, με τη μελέτη της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στη μορφολογία και το τελικό σχήμα, μπορούν να αποκτηθούν γνώσεις σχετικά με την επιλογή των πρώτων υλών και των μεθόδων κατασκευής. Ο εντοπισμός, όμως, του είδους του θηλαστικού που παρείχε το ελεφαντόδοντο, ή πληροφορίες για το περιβάλλον ή την περιοχή από την οποία προήλθε, δεν είναι δυνατός με τη χρήση μόνο των μορφολογικών χαρακτηριστικών. Τα είδη ελεφαντόδοντου μπορεί να αναγνωριστούν από έναν ειδικό ερευνητή, εάν η μικροδομή του είναι ορατή. Επίσης, ο τρόπος κατασκευής των αντικειμένων συνήθως είναι ενδεικτικός για το είδος του ζώου που χρησιμοποιήθηκε καθώς, συχνά, σειρά αντικειμένων κατασκευάζονταν από συγκεκριμένους χαύλιους ή συγκεκριμένα τμήματα αυτών. Η μορφή δηλαδή και το μέγεθος κάποιων τελικών αντικειμένων περιορίζεται ή καθορίζεται από τα ιδιαίτερα μορφολογικά χαρακτηριστικά του χαυλιόδοντα. Εκτενέστερη παρατήρηση με φακούς χαμηλής μεγέθυνσης προδίδουν τις διαφορές ανάμεσα σε ιπποπόταμο και ελέφαντα ή μαμούθ μέσω των γραμμών Schreger ή των στρωμάτων οδοντίνης (lamellae) που όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάζουν διακριτά χαρακτηριστικά. Περισσότερο, αξίζει να τονιστεί ότι ενώ τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του ιπποπόταμου και του ελεφαντόδοντου είναι ενδεικτικά, ως ένα σημείο, ώστε να γίνει διάκριση μεταξύ των δύο θηλαστικών, δεν υπάρχουν αξιόπιστα οπτικά μέσα για την αναγνώριση του ελεφαντόδοντου από ασιατικό έναντι του ελεφαντόδοντου από αφρικανικό ελέφαντα, ούτε για τη διαφοροποίηση μεταξύ ελεφαντόδοντου από διαφορετικές περιοχές, κυρίως όταν η κακή κατάσταση διατήρησης σε συνάρτηση των μικρών μεγέθους αντικειμένων, δεν το επιτρέπουν. Επιπρόσθετα, οι πληροφορίες που παρέχει η μελέτη του σχήματος και του μεγέθους των χαυλιοδόντων είναι πιο εύκολο να εκτιμηθούν και σαφώς να αποκλείσουν το ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου για πολλούς τύπους- ουσιαστικά των μεγαλύτερων -αντικειμένων που επικράτησαν στην YEX. Ωστόσο, χάρη στην επιδεξιότητα του τεχνίτη, οι κοπήρες και οι μεγάλοι κάτω κυνόδοντες θα μπορούσαν

551 Krzyszkowska και Morkot 2000, 321.

να αποφέρουν αρκετά συμπαγές υλικό για επεξεργασία σημαντικού φάσματος αντικειμένων, αν και μικρότερου μεγέθους, γεγονός που δυσχεραίνει την εκτίμηση.

Στην ιδανική περίπτωση, ο αρχαιολόγος θα πρέπει να έχει τη διάθεση και ικανότητα να συνδυάσει μια σειρά από επιστήμες, και να μπορεί να αξιοποιήσει τις απαντήσεις που θα λάβει από το μακροσκοπικό έως το μικροσκοπικό πεδίο. Για παράδειγμα, ο ερευνητής αντικειμένων από ελεφαντόδοντο μπορεί όχι μόνο να τεκμηριώνει την τυπολογία, τη διακόσμηση κ.ο.κ., αλλά επίσης να εξετάσει την υπερδομή του υλικού χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης και να χρησιμοποιήσει τις τεχνικές περίθλασης ακτινών X για να προσδιορίσει την πιθανή παρουσία ορυκτών. Με τις πληροφορίες αυτές είναι δυνατό να γίνει ταξινόμηση των αντικειμένων από ελεφαντόδοντο, να ανασυντεθεί το αρχαιολογικό πλαίσιο που ανήκουν, αλλά επίσης μέσω της αρχαιολογικής χημείας⁵⁵², να αναλυθούν και να ανακατασκευαστούν οι δρόμοι της μετανάστευσης χρησιμοποιώντας ισότοπα του στροντίου ή να ανακατασκευαστούν οι αρχαίες διατροφικές συνήθειες χρησιμοποιώντας σταθερές αναλύσεις ισοτόπων κολλαγόνου- αν πράγματι το κολλαγόνο είναι καλά διατηρημένο. Η βάση αυτών των μελετών στηρίζεται στην κατανόηση της δομής των χαυλιοδόντων, του σχηματισμού και μηχανισμού της βιοορυκτοποίησης και της σταθερότητας αυτών των υλικών με την πάροδο του χρόνου. Η αναγνώριση της πηγής ελεφαντόδοντου βασίζεται στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του υλικού που εξαρτώνται από την τροφή που καταναλώνουν οι ελέφαντες και τα άλλα θηλαστικά σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Για παράδειγμα, η χημική σύνθεση του ελεφαντόδοντου των ελεφάντων των δασών, τα οποία ζουν κυρίως σε πλούσια βλάστηση, διαφέρει σημαντικά από εκείνη του ελεφαντόδοντου από ελέφαντες της σαβάνας που ζουν κυρίως σε χαμηλή βλάστηση καθώς οι ιδιότητες του ελεφαντόδοντου, όπως η υφή και η σκληρότητα εξαρτώνται επίσης από τις διατροφικές συνήθειες των ελεφάντων⁵⁵³.

Δεδομένου ότι η αδαμαντίνη των χαυλιοδόντων δεν αυξάνει μετά την επίτευξη του οριστικού μεγέθους της στην ωριμότητα, οι αναλογίες ισοτόπων του στροντίου στην αδαμαντίνη των δοντιών αντανακλούν τις πηγές του στοιχείου στη διατροφή και επομένως τη γεωλογική ζώνη ή τις ζώνες στις οποίες ζούσε ένα άτομο, κατά τη διάρκεια του σχηματισμού της. Η οστεΐνη όμως δε σταματά να αναπτύσσεται, αλλά παράγεται κατά στρώματα δια βίου από τους

552 Οι Price and Burton (2012, 23) περιγράφουν την έννοια της Αρχαιολογικής Χημείας ως κλάδο της αρχαιολογίας που ασχολείται με την έρευνα ανόργανων και οργανικών συνθέσεων, στοιχείων και ισοτόπων, μορίων και συστατικών των αρχαιολογικών υλικών. Η επιστήμη αυτή επικεντρώνεται σε ερωτήματα που αφορούν την αναγνώριση άγνωστων υλικών, την αυθεντικότητα αρχαίων αντικειμένων, την προέλευση του ακατέργαστου υλικού και των ολοκληρωμένων αντικειμένων, και αναζητά απαντήσεις σε ερωτήματα σχετικά με αρχαιοπεριβάλλοντα και των ανθρώπινων διατροφικών συνηθειών και άλλων δραστηριοτήτων.

553 Banerjee et al. 2008, 48.

οστεϊνοβλάστες για την ανανέωση της στήριξης του δοντιού στο φατνίο⁵⁵⁴. Τα πλέον συχνά μετρηθέντα ραδιογενή (ή "βαριά") ισότοπα είναι του στροντίου $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ και τα πολλά ισότοπα μολύβδου ($^{206}\text{Pb} / ^{204}\text{Pb}$, $^{207}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$, $^{208}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$). Αυτά τα ισότοπα υπολογίζονται από τη διάσπαση του ραδιογενούς υλικού σε γεωλογικό υπόβαθρο. Επομένως, η μέτρηση είναι στην πραγματικότητα μια αναλογία του ραδιογόνου ισότοπου προς το σταθερό ισότοπο σε αυτό το στοιχείο και επειδή βασίζεται στη ραδιενεργή αποσύνθεση του υλικού, μετρά την ηλικία του πετρώματος. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί το είδος της γεωλογίας στην οποία το ζώο περιφέρονταν, και επομένως τα ισότοπα χρησιμοποιούνται κυρίως για την προέλευση του ελεφαντόδοντου⁵⁵⁵. Η σύγκριση των ισοτοπικών υπογραφών στην αρχαιολογική αδαμαντίνη και οστεΐνη μπορεί στη συνέχεια να αποκαλύψει αλλαγές στην τοποθεσία διαμονής των θηλαστικών με τον εντοπισμό στην κατανάλωση τοπικών τροφίμων κατά τον σχηματισμό των ιστών⁵⁵⁶. Τα $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ και $\delta^{18}\text{O}$, αντικατοπτρίζουν το κλίμα και τη βλάστηση της περιοχής στην οποία ζει ο πληθυσμός και ως εκ τούτου οι περιοχές με παρόμοιο κλίμα και βλάστηση θα παράγουν παρόμοιες ισοτοπικές υπογραφές, παρόλο που οι περιοχές αυτές μπορεί να είναι γεωγραφικά απομακρυσμένες μεταξύ τους⁵⁵⁷. Δυστυχώς αναφορικά με το ελεφαντόδοντο είναι διαθέσιμη μόνο η οδοντίνη, δεδομένου ότι α) βρίσκεται μόνο σε δύο όψεις του κάτω κυνόδοντα του ιπποπόταμου, β) απομακρύνεται ως ένα από τα πρώτα βήματα επεξεργασίας από τον τεχνίτη και γ) συχνά φθείρεται από τη χρήση στο απομακρυσμένο άκρο του χαυλιόδοντα και δεν σώζεται. Ως αποτέλεσμα, η μερική ή η πλήρης έλλειψη αδαμαντίνης στο ελεφαντόδοντο δείχνει ότι τα προβλήματα διαγένεσης είναι πιο δύσκολο να αποδειχθούν και/ή να ελεγχθούν για το ελεφαντόδοντο. Τα ισοτοπικά πρότυπα σε σύγχρονα οικοσυστήματα μπορούν να εξυπηρετήσουν ως ανάλογα για την έρευνα των αντίστοιχων αρχαίων αντικειμένων, ωστόσο αν η ισοτοπική σύνθεση των ελεφάντων ποικίλει ανάλογα τον βιότοπο, τη διατροφή ή τις κλιματικές αλλαγές, η ισοτοπική αναγνώριση της περιοχής προέλευσης μπορεί να είναι αναξιόπιστη. Με την όποια αλλαγή του βιότοπου, οι ελέφαντες μετατοπίζουν τις πηγές της τροφής τους και παρουσιάζουν επομένως εντυπωσιακές διαφορές στις αναλογίες ισοτόπων, ακόμη και στα άτομα της ίδιας αγέλης⁵⁵⁸. Οι ερευνητές επίσης προειδοποιούν ότι το ελεφαντόδοντο μπορεί να είναι περισσότερο ισοτοπικά μεταβλητό από το οστό (οπότε μη συγκρίσιμο), όπως φαίνεται από τα δεδομένα ισοτόπων άνθρακα. Υποδεικνύουν ότι μπροστά σε

554 Βήκα και Richards, 2003; Παναγιωτοπούλου, 2003.

555 Είναι επίσης δυνατή η χρήση ενός συνδυασμού $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ και $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ για να διαχωριστούν οριστικά τα θαλάσσια θηλαστικά από τα επίγεια ζώα. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο όταν το υλικό είναι αποσπασματικό και δεν μπορεί να διακριθεί με βάση τη μικροδομή του ελεφαντόδοντου.

556 Knudson and Tung 2007, 101.

557 Lafrenz 2004, 2.

558 Koch et al. 1991, 163; Walker 2009, 204.

μια τόσο μεγάλη μεταβλητότητα στο εσωτερικό του χαυλιόδοντα, μπορεί να είναι δύσκολο να χαρακτηριστεί ένα χαύλιο ή ελεφαντόδοντο με βάση ένα μεμονωμένο και μικρό (για παράδειγμα, 20 χγρ) ισοτοπικό δείγμα. Η ισοτοπική διάκριση μεταξύ των πληθυσμών θα μπορούσε πιθανώς να επιτευχθεί αν εξετάζονταν πολλαπλά δείγματα διαφορετικών γεωλογικά ελεγχόμενων ισοτόπων (Sr, Nd, και Pb) για κάθε τεχνούργημα. Ενώ οι ιπποπόταμοι είναι πολύ λιγότερο πιθανό να παρουσιάσουν μεταβλητότητα στο εσωτερικό του χαυλιόδοντα, οι ελέφαντες (ιδιαίτερα στα ισότοπα του άνθρακα) παρουσιάζουν μεγαλύτερη λόγω της εποχιακής διατροφής και της μεγάλης οικιστικής τους επέκτασης και περιήγησης. Επιπλέον, επειδή οι τιμές ισοτόπων άνθρακα και αζώτου μπορεί να είναι οι ίδιες σε γεωγραφικά χωρισμένους πληθυσμούς, οι μελέτες της προέλευσης του ελεφαντόδοντου πρέπει να συνδυάζονται σε μεγάλο βαθμό με τα γεωλογικά ισότοπα (Sr, Nd και Pb)⁵⁵⁹. Αναφορικά με την χρονολόγηση των ειδών, η ηλικιακή κλίμακα για τη χρονολόγηση των ραδιοανθράκων κυμαίνεται μεταξύ 400 και 50.000 ετών⁵⁶⁰. Ως εκ τούτου, είναι δυνατό να εξαχθεί κολλαγόνο για τη χρονολόγησή τους με αναλύσεις των ισοτόπων τους. Όταν χρησιμοποιούνται συμβατικές χρονολογήσεις ραδιοανθράκων, απαιτούνται δείγματα 1-10 γρ. Η χρήση επιταχυντή φασματομετρίας μάζας (AMS) απαιτεί δείγματα από 0,1 έως 1 χγρ άνθρακα (περίπου το 50% της μάζας του κολλαγόνου είναι άνθρακας), που σημαίνει ότι τα τυπικά μεγέθη δείγματος είναι συνήθως μεταξύ 50 - 200 χγρ⁵⁶¹.

Η ανασυγκρότηση πτυχών του παρελθοντικού περιβάλλοντος σχετικά με έναν τόπο αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της αρχαιολογίας. Για τη μελέτη της προέλευσης των θηλαστικών και του υλικού που παρείχαν, είναι απαραίτητη η γνώση του αρχαίου περιβάλλοντος, όμως όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα σημερινά δεδομένα δεν δίνουν απαραίτητως την ακριβή εικόνα των αρχαίων συνθηκών (**πίν.16**). Οι οικολογικές απαιτήσεις των άγριων ειδών μπορούν να παράσχουν ενδείξεις σχετικά με την πιθανή διασπορά τους σε προηγούμενους χρόνους, αλλά τα πρότυπα της διασποράς πρέπει να επιβεβαιώνονται χρησιμοποιώντας πιο βάσιμες αποδείξεις. Υπάρχουν πολλά σημαντικά γεγονότα στην ιστορία που έχουν επηρεαστεί από τις αλλαγές στο κλίμα και η αλληλεπίδραση μεταξύ κλίματος και της συμπεριφοράς των θηλαστικών και βέβαια των ανθρώπων, βρίσκεται πάντα στο προσκήνιο όσον αφορά στην κατανόηση των πολιτισμικών αλλαγών. Η παλαιοπεριβαλλοντική ανασυγκρότηση (**πίν.17**) είναι ένα τεράστιο πεδίο που βρίσκεται κυρίως στο χώρο της γεωχημείας. Ίσως η πιο άμεση και ισχυρή προσέγγιση για την

559 Lafrenz 2004, 117, 120.

560 Είναι συχνά επωφελής για το ελεφαντόδοντο, ειδικά όταν χρονολογούνται αντικείμενα ή τμήματα τα οποία προέρχονται χρονικά πριν από την ημερομηνία απαγόρευση της CITES ή είναι αρχαία (ηλικίας άνω των 100 ετών σύμφωνα με τους κανονισμούς της CITES) και συνεπώς δεν απαιτούν την άδεια της CITES για μεταφορά τους ή ανάλυση.

561 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

ανακατασκευή των τοπικών περιβαλλόντων είναι η εξέταση της υφής των ιζημάτων που κατατίθενται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες γύρω από έναν τόπο. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον εντοπισμό των περιοχών στις οποίες υπήρχαν ποτάμια ή λίμνες, των ιζημάτων που έχουν καταστραφεί από την ενέργεια του ανέμου, της παρουσίας τρεχούμενων υδάτων όπως ρέματα και τάφροι, τα ιζήματα που επεξεργάστηκαν οι άνθρωποι και πολλά άλλα σημαντικά στοιχεία για την έρευνα του τοπικού κλίματος⁵⁶². Για παράδειγμα, οι επιστήμες έχουν χρησιμοποιήσει τις βροχοπτώσεις και τα επίπεδα θερμοκρασίας, μαζί με τη διανομή της σημερινής βλάστησης, για να ανασυνθέσουν την πιθανή βλάστηση της ημι-άνυδρης βόρειας Συρίας. Οι χάρτες που συντάχθηκαν υποδηλώνουν ότι οι δασώδεις περιοχές αντικαταστάθηκαν από την απογυμνωμένη και άδενδρη στέπα που συναντάται σήμερα στη βόρεια Συρία. Οι εν λόγω αναπαραστάσεις υποδηλώνουν ότι κατά τη διάρκεια του ολόκαινου σημειώθηκε έντονη απώλεια της φυσικής βλάστησης και ότι οι δασώδεις περιοχές αντικαταστάθηκαν από μια ουσιαστικά ερημωμένη στέπα. Αυτή η εικόνα συμπληρώνεται πλέον από αναλύσεις σε απανθρακωμένο ξύλο (άνθρακα) που αποκαλύπτουν μια πολύ πλουσιότερη βλάστηση κατά την Εποχή του Χαλκού από ότι σήμερα⁵⁶³. Η δυσκολία της επιστήμης της αρχαιολογίας έγκειται στην προσπάθεια να απαντηθούν ερωτήματα για τα φυσικά περιβάλλοντα που διαβίωναν τα θηλαστικά κατά τους αρχαίους χρόνους, αλλά δεν υπάρχουν πια. Επιπλέον, η διέλευση χιλιάδων χρόνων έχει επιφέρει αλλαγές στα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των θηλαστικών με αποτέλεσμα οι σύγχρονες εκτιμήσεις να μην αντιστοιχούν απαραίτητα με των παλαιότερων. Για τους λόγους αυτούς, είναι απαραίτητη η απόλυτη προσοχή και ευελιξία στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, ενώ κάθε καινούρια μελέτη πρέπει να περιλαμβάνει, όσο το δυνατόν, μεγαλύτερο αριθμό αρχαιοζωολογικών και γεωλογικών δειγμάτων, με σκοπό να θεμελιώνει, κατά το δυνατόν, τις ‘φυσιολογικές’ και αναμενόμενες τιμές για το οικοσύστημα που μελετάται. Ενώ οι αρχαίες γραπτές πηγές και οι καλλιτεχνικές αναπαραστάσεις παρέχουν συχνά πολύτιμες λεπτομέρειες για τη φυσική εμφάνιση των ζώων, τις χρήσεις για τις οποίες εκμεταλλεύθηκαν από τους ανθρώπους και μερικές φορές τη γεωγραφική εξάπλωσή τους, οι πιο αξιόπιστες πληροφορίες προέρχονται από σκελετικά θραύσματα που έχουν ταφεί μέσα στα στρώματα των αρχαιολογικών ζωνών. Νέες τεχνικές που μπορεί να έχουν εκτεταμένες συνέπειες για μελλοντικές αρχαιολογικές μελέτες περιλαμβάνουν την ανάλυση υπολειμματικών πρωτεϊνών και DNA από οστά και δόντια, υπολείμματα αίματος ή άλλη ανέπαφη οργανική ύλη. Παρά την κακή κατάστασή τους μετά από χιλιετίες ταφής, τέτοιες βιομοριακές ενδείξεις προσφέρουν μια

562 Weiner 2010, 30.

563 Wilkinson 2012, 10. Η παραποτάμια βλάστηση ήταν ιδιαίτερος ποικιλόμορφη και η δασική έκταση της δρυός καταλάμβανε πολλά τμήματα της βόρειας γόνιμης ημισελήνου, κατά προσέγγιση κατά μήκος των σημερινών τουρκοσυριακών συνόρων καθώς και της βόρειας Συρίας γενικότερα.

νέα αναλυτική διάσταση που επιτρέπει περαιτέρω κατανόηση των φυλογενετικών⁵⁶⁴ σχέσεων των άγριων ειδών, των γεωγραφικών παραλλαγών και των ομαδοποιήσεών τους, καθώς και της κατανομής και μοριακής μεταβολής με την πάροδο του χρόνου⁵⁶⁵. Εκτός από τις μορφολογικές και μικρομορφολογικές μελέτες που χρησιμοποιούνται σήμερα στην αρχαιολογία για τη διερεύνηση αρχαιολογικών βιολογικών υλικών, ένας αυξανόμενος αριθμός φυσικοχημικών μελετών αφιερώνεται στην αποσαφήνιση των δομικών, χημικών και ιστοπικών χαρακτηριστικών τους.

Η ανάλυση DNA μπορεί να προσφέρει τις καλύτερες πιθανότητες να βρεθεί ένα δακτυλικό αποτύπωμα που θα επιτρέπει να εξεταστεί το ακατέργαστο ελεφαντόδοντο και να προσδιοριστεί από πού προέρχεται. Ο βιολόγος S.Wasser⁵⁶⁶ ανέπτυξε μια τεχνική επιλογής πυρηνικών δειγμάτων από χαυλιόδοντες για ανάλυση και διαπίστωσε ότι περιείχαν άθικτο DNA – τόσο ικανοποιητικό όσο του δέρματος ή των δειγμάτων αίματος. Καθώς οι πληθυσμοί των ελεφάντων έχουν χαρακτηριστικά προφίλ DNA, ο Wasser ισχυρίστηκε, ότι είναι δυνατόν να προσδιοριστεί, με σχεδόν 100% ακρίβεια, αν ένα μεμονωμένο δείγμα προέρχεται από ελέφαντα της σαβάνας ή του δάσους. Άλλοι ερευνητές πιστεύουν ότι αυτό είναι υπερβολή, καθώς η υβριδίαση μεταξύ των δύο ειδών μπορεί να παραλύσει τη γενετική εικόνα. Επιπλέον, ο Wasser ήλπιζε να δημιουργήσει ένα χάρτη αναφοράς σχετικά με τον αφρικανικό ελέφαντα⁵⁶⁷, σημαντική βάση δεδομένων για τις μελέτες διασποράς των σύγχρονων ελεφάντων, που θα μπορούσε να αποτελεί εν μέρει δεδομένα για τις αρχαίες μελέτες διασποράς και προέλευσης. Το μιτοχondριακό DNA, ή mtDNA, είναι ένα ιδανικό γενετικό σύστημα για εξελικτικές και γενεαλογικές μελέτες, καθώς κληρονομείται μέσω της μητρικής γραμμής. Τα κύτταρα περιέχουν πολλές χιλιάδες αντίγραφα mtDNA, επομένως είναι ευκολότερο να εξαχθούν οι αλληλουχίες του mtDNA από τις πυρηνικές αλληλουχίες αποικοδομημένων δειγμάτων. Αυτό καθιστά το mtDNA ιδιαίτερα χρήσιμο στις μελέτες αρχαιολογικού ενδιαφέροντος και στην ιατροδικαστική. Οι δείκτες στο χρωμόσωμα Y χρησιμοποιούνται επίσης ευρέως τόσο σε ιατροδικαστικές όσο και σε φυλογενετικές μελέτες για

564 Όταν οι διάφορες αναλύσεις DNA έχουν ληφθεί από δείγματα που παρέχουν ποικίλα άτομα, είναι πάντοτε δυνατή η ταξινόμησή τους με διαφορετικούς τρόπους, χρησιμοποιώντας τις ταξινομητικές τεχνικές της λεγόμενης «αριθμητικής ταξινόμιας». Αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί με τη μία ή την άλλη μορφή για 150 χρόνια στην εξελικτική βιολογία για να παράγουν, βάσει του βαθμού ομοιότητας ή διαφορετικότητας μεταξύ κάθε ζεύγους των διαφόρων μονάδων που έχουν ταξινομηθεί, γενεολογικά δέντρα παρόμοια με εκείνα που ο Κάρολος Δαρβίνος χρησιμοποίησε για να περιγράψει την προέλευση των ειδών. Αυτός ο τομέας σπουδών ονομάζεται «φυλογένεση», βλ. Renfrew (2005, 13).

565 Gilbert 2002, 8-9.

566 Samyel Wasser (2003), Πανεπιστήμιο της Ουάσιγκτον, στο Σιάτλ. Με τους συναδέλφους του συγκέντρωσαν το DNA που συνέλεξαν από τετρακόσιους ελέφαντες από είκοσι οκτώ περιοχές της Αφρικής.

567 Walker 2009, 204.

τη μελέτη πατρικών γραμμών, αλλά είναι λιγότερο εφαρμόσιμες στην έρευνα αρχαίου DNA καθώς η ποσότητα στα κύτταρα είναι χαμηλή σε σύγκριση με το mtDNA⁵⁶⁸.

Παρά την εξαιρετική της χρησιμότητα, η μελέτη του aDNA παρουσιάζει συγκεκριμένα προβλήματα και περιορισμούς. Το βασικό τεχνικό πρόβλημα είναι η ρύπανση από σύγχρονο DNA. Η επιρρύπανση μπορεί να προέλθει από διάφορες πηγές όπως την κακή δειγματοληψία από τον χώρο ταφής, κατά τη μεταφορά και αποθήκευση των δειγμάτων και ακόμα και μέσα στο εργαστήριο και για αυτό το λόγο η χρήση των δειγμάτων και του υλικού θα πρέπει να γίνεται πάντα με τη λήψη προφυλάξεων και προσοχής. Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι το γεγονός ότι το aDNA βρίσκεται σε αποδιεταγμένη και κατατεταγμένη μορφή και επομένως δεν επιτρέπει την ασφαλή μελέτη μορίων μεγαλύτερων των 400 βάσεων. Η αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος επιλύεται πρώτον με την επιλογή για επιλεκτική ενίσχυση DNA στόχων που έχουν «πολλαπλή αντιπροσώπευση» στο γονιδίωμα και δεύτερον με το σχεδιασμό εκκινητών (primers) με τέτοιο τρόπο, ώστε τα προϊόντα της PCR να είναι μικρά (100-300 βάσεις) και να επικαλύπτονται. Τέλος ένα μεγάλο πρόβλημα αποτελεί το γεγονός ότι η απομόνωση του aDNA είναι καταστροφική και ότι η ποσότητα του DNA είναι σχεδόν πάντα περιορισμένη. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός πειραμάτων από ένα εκχύλισμα είναι μικρός⁵⁶⁹. Οι γρήγορες εξελίξεις στην τεχνολογία μεταβάλλουν τη στάση απέναντι στις επεμβατικές δειγματοληψίες, διότι στο μεγαλύτερο μέρος τους το επίπεδο των πληροφοριών που μπορούν να ληφθούν είναι πολύ υψηλό σε σύγκριση με το μέγεθος του δείγματος που απαιτείται. Πολλοί επιστήμονες υποστηρίζουν πως μερικές φορές η αναλυτική προσέγγιση είναι αναπόφευκτη, για να αποδειχθεί, για παράδειγμα, η πολιτιστική απόδοση ή η ηλικία ενός αντικειμένου, όπου αυτή είναι αμφίβολη. Σε όλες τις περιπτώσεις, η δειγματοληψία για την πραγματοποίηση χημικών αναλύσεων πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά και να ληφθεί υπόψη η μεγιστοποίηση των πληροφοριών που λαμβάνονται από οποιοδήποτε δείγμα.

Η λογική της εφαρμογής μιας συγκεκριμένης μεθόδου ανάλυσης πρέπει να αποδειχθεί ότι έχει εύλογη προοπτική επιτυχίας για την αντιμετώπιση του συγκεκριμένου ζητήματος. Οι περισσότερες χημικές αναλύσεις απαιτούν μικρά δείγματα για κάθε ανάλυση (της τάξης του χιλιογράμμου), τα οποία μπορούν να ληφθούν με διάτρηση για να απελευθερωθεί σκόνη από ελεφαντόδοντο ή με ξύσμα μικρών τεμαχίων. Η διάνοιξη μιας μικρής οπής ή η τοπική απόξεση της επιφάνειας είναι συχνά ο λιγότερο καταστροφικός τρόπος για δοκιμές σε ένα τμήμα

568 Hagelberg 2012, 102.

569 Ζουγανέλης 2006, 49. Η κατεστραμμένη μορφή aDNA είναι η ιδιότητα που χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση αυθεντικότητας των δειγμάτων. Τα εκχυλίσματα DNA από αρχαία βιολογικά που δίνουν προϊόντα μεγαλύτερα από 400 βάσεις θεωρούνται πως εμπεριέχουν DNA μεγάλου μοριακού βάρους και απορρίπτονται.

ελεφαντόδοντου, αλλά υπάρχουν περιορισμοί. Η αφαίρεση με λέιζερ είναι μια ελάχιστα καταστροφική αναδυόμενη μέθοδος, όμως οι εφαρμογές σε μικτά οργανικά και ανόργανα υλικά δεν είναι δυνατές. Στο ελεφαντόδοντο όλες οι μέθοδοι δειγματοληψίας πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη μεταβλητότητα μεταξύ των σημείων ανάπτυξης. Για παράδειγμα, η διάτρηση στα διαστήματα ανάπτυξης θα παράγει ένα μέσο δείγμα. Αυτό μπορεί να είναι επιθυμητό, αλλά η χημική πληροφορία είναι πολύ χρήσιμη όταν ο ιστός μπορεί να χαρτογραφηθεί χωρικά για να καταστεί δυνατή η ανάλυση των σταδίων του σχηματισμού του ελεφαντόδοντου, διότι αυτό παρέχει διαδοχικές πληροφορίες αναφορικά με το ιστορικό του υπό εξέταση θηλαστικού⁵⁷⁰. Επομένως, πρέπει να δοκιμαστούν εναλλακτικές μέθοδοι για τη διερεύνηση αντικειμένων ελεφαντόδοντου κυρίως επειδή τα περισσότερα αντικείμενα είναι μικρού μεγέθους, ιδιαιτέρως πολύτιμα για το αρχαιολογικό αρχείο και δεν διαθέτουν ούτε στο ελάχιστο επιφάνεια για καταστροφή. Διαπιστώθηκε ότι η Υπέρυθρη Φασματοσκοπία Μετασχηματισμού κατά Fourier, η Φασματοσκοπία Raman και οι Φασματοσκοπίες Φθορισμού και Περίθλασης ακτινών X, ήταν οι μέθοδοι που ήταν κατάλληλες για την εξέταση των αντικειμένων από ελεφαντόδοντο. Αυτές οι τρεις μέθοδοι είναι συγκριτικά οικονομικότερες από την ανάλυση του DNA, ενώ το κύριο πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν είναι καταστρεπτικές για το δείγμα. Προσοχή όμως πρέπει να δίνεται στη διαφορά των λέξεων καταστρεπτικός και επεμβατικός. Οι επιζητούμενες μη καταστρεπτικές μέθοδοι επιλέγονται, καθώς για την ανάλυση δεν απαιτείται δείγμα από το υπό μελέτη αντικείμενο, και συνήθως πραγματοποιείται στην επιφάνεια χωρίς να αφήνει ίχνη. Όμως δεν είναι ακόμα γνωστό αν σε μοριακό επίπεδο προκληθούν φθορές μακροπρόθεσμα. Οι επεμβατικές μέθοδοι, όπως η SEM και η EDS, δηλώνουν πως είναι απαραίτητο να ληφθεί δείγμα. Επιπλέον, υπάρχει ο συνδυασμός επεμβατικών/μη καταστρεπτικών μεθόδων, που υποδηλώνουν τη λήψη μεν δείγματος από το αντικείμενο, αλλά τη μη καταστροφή του. Αυτό δίνει τη δυνατότητα πολλαπλών αναλύσεων σε βάθος χρόνου στο ίδιο το δείγμα. Για τους παραπάνω λόγους ο ερευνητής πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός όταν πρέπει να αποφασίσει ποια μέθοδο ανάλυσης θα ακολουθήσει καθώς τα αρχαιολογικά αντικείμενα από ελεφαντόδοντο συνήθως λόγω μεγέθους και κατάστασης διατήρησης δεν επιτρέπουν δυναμικές επεμβάσεις **(πίν.18)**. Κρίνεται στο σημείο αυτό σημαντικό να επισημανθεί ότι οι περισσότερες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί για την πάταξη της λαθροθηρίας και δεν είναι εύκολο ή σωστό να συσχετίζονται με ακρίβεια τα αποτελέσματα που λαμβάνονται από πρόσφατα ή φρέσκα ελεφαντόδοντα με ευρήματα που προέρχονται από την αρχαιότητα. Παρόλα αυτά είναι απαραίτητη η δημιουργία βάσης δεδομένων που να συγκεντρώνονται όλα τα στοιχεία που προκύπτουν από τους ερευνητές είτε πρόκειται για αναλύσεις σύγχρονων δειγμάτων είτε

570 Coutu et al. https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

παλαιών, εύκολα προσβάσιμα από τους ενδιαφερόμενους, ώστε να γίνεται σύγκριση και συσχετισμός των στοιχείων. Προς αυτή την κατεύθυνση εργάζεται ο σύγχρονος επιστημονικός κλάδος με αποτέλεσμα να υπάρχει αισιοδοξία για τις μελλοντικές εξελίξεις αναφορικά με την αναγνώριση και διάκριση των ειδών που παρέχουν ελεφαντόδοντο και τις περιοχές οι οποίες διέθεταν το πολύτιμο υλικό στις αγορές της ανατολικής Μεσογείου.

Καταλήγοντας, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί η άποψη του Harbottle (1982, 14) ο οποίος συμβούλεψε τους εκκολαπτόμενους μελετητές πως, «...με ελάχιστες εξαιρέσεις, δεν είναι δυνατό να βρεθεί η προέλευση ενός αντικειμένου. Αυτό που μπορεί να γίνει ωστόσο, είναι ο προσδιορισμός/αναγνώριση ενός αντικειμένου ή καλύτερα ομάδων παρόμοιων αντικειμένων που ανακαλύπτονται σε μια περιοχή ή αρχαιολογική ζώνη, με τη χρήση ορυκτολογικών, φυσικοχημικών και άλλων αναλύσεων και στη συνέχεια αφού τα ευρήματα συγκριθούν με τα αντίστοιχα αρχικά υλικά, εφόσον αυτά είναι διαθέσιμα, να αναζητηθούν οι ομοιότητες μεταξύ τους. Ένας προσεκτικός χημικός χαρακτηρισμός με την προσθετική συνεισφορά της επιστήμης της ταξινόμησης και τις διαθέσιμες αρχαιολογικές και/ή τεχνοτροπικές πληροφορίες, κάνουν συχνά κάτι αρκετά χρήσιμο: τοποθετούν τα αντικείμενα σε ομάδες και κατηγορίες που ενδιαφέρουν την αρχαιολογική έρευνα. Αυτό, και όχι η απόλυτη απόδειξη της προέλευσης, είναι ο επιθυμητός στόχος»⁵⁷¹. Το αποτέλεσμα που καλείται, επομένως, να αποκομίσει ένας μελετητής από το υπό έρευνα υλικό είναι το επακόλουθο μιας σειράς επιστημονικών εφαρμογών που πρέπει να συνδυαστούν, ενδεδυμένες πάντα με ένα μανδύα σεβασμού προς το μοναδικό και ευαίσθητο αρχαιολογικό αντικείμενο.

571 Pollard et al. 2007, 14.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγγελοπούλου Α. 2012. «Μελέτη Υλικών Βιολογικού Ενδιαφέροντος μέσω Προηγμένων Φασματοσκοπικών Τεχνικών.» Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Affanni, G. 2015. “Protocol for the Examination of the Ancient Ivories from Arslan Tash: A Palaeo-Technological Approach.” *Altorientalische Forschungen* 42:59-70.
- Αντόπας, Κ. 2014. «Υγρά Κέλευθα: Πλοία και Ρότες στην Ομηρική Εποχή.» Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Artioli, G. 2010. *Scientific Methods and Cultural Heritage: An Introduction to the Application of Materials Science to Archaeometry and Conservation Science*. New York: Oxford University Press.
- Aruz, J. 2008. “Central Anatolian Ivories.” In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.*, edited by J. Aruz, K.Benzel and J. M. Evans, 82-84. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.
- Bachhuber, C. 2006. “Aegean Interest on the Uluburun Ship”. *AJA*. 110:3:345-363.
- Banerjee, A. 2008. “Non-destructive Investigation of Netsuke, Japanese Miniature Sculptures, by Micro Raman Spectroscopy.” In *Ivory and Species Conservation, Proceedings of*

INCENTIVS-Meetings (2004-2007) Johannes-Gutenberg University Mainz, edited by G. Bortolaso, 65-71. Germany: Bundesamt für Naturschutz.

Banerjee, A. Bortolaso G. and W. Dindorf. 2008. “Distinction Between African and Asian Ivory.” In *Ivory and Species Conservation, Proceedings of INCENTIVS-Meetings (2004-2007) Johannes-Gutenberg University Mainz*, edited by G. Bortolaso, 36-49. Germany: Bundesamt für Naturschutz.

Banerjee, A. Bortolaso, G. Hofmeister, W. Petrovic-Prelevic, I. and B. Kiewisch. 2008. “Investigation of Quality of Commercial Mammoth Ivory by Means of X-ray Powder Diffraction (Rietveld method) and FTIR Spectroscopy.” In *Ivory and Species Conservation, Proceedings of INCENTIVS-Meetings (2004-2007) Johannes-Gutenberg University Mainz*, edited by G. Bortolaso, 49-63. Germany: Bundesamt für Naturschutz.

Barnett, R.D. 1982. *Ancient Ivories in the Middle East and Adjacent Countries*. Qedem 14. Jerusalem: Institute of Archaeology, Hebrew University of Jerusalem.

Bass, G.F. 1998. “Sailing between the Africa and the Orient in the Second Millennium BC.” In *The Aegean and the Orient in the Second Millennium. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium, Cincinnati, 18-20 April 1997*, edited by E. H. Cline and D. Harris-Cline, 105-14. *Aegaeum* 18, Annales d’Archeologie Egéenne de L’Université de Liège et UT-PASP. Liège: Université de Liège Histoire de l’Art et Archeologie de la Grèce Antique and University of Texas at Austin Program in Aegean Scripts and Prehistory.

Βήκα, Ε. και Μ. Richards. 1989. «Παλαιοδιατροφή: Τα Σταθερά Ισότοπα και η Αρχαιολογία.» Στο *Αρχαιολογία & Τέχνες* 89:82-86. Αθήνα: Εκδόσεις Ερμής.

Bortolaso G. (ed.). 2008. “Imitations and Substitutes for Ivory: A Short History.” In *Ivory and Species Conservation, Proceedings of INCENTIVS-Meetings (2004-2007) Johannes-Gutenberg University Mainz*, 25-35. Germany: Bundesamt für Naturschutz.

Bourdieu, P. 1986. “The Forms of Capital.” In *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, edited by J. Richardson, 241-258. New York: Greenwood.

Bramanti, B. 2013. “The Use of DNA Analysis in the Archaeology of Death and Burial.” In *The Oxford Handbook of the Archaeology of Death and Burial*, edited by S. Tarlow and N. L. Stutz, 99-122. UK: Oxford University Press.

Becker, C. 2005. "Small Numbers, Large Potential – New Prehistoric Finds of Elephant and Beaver from the Khabur River/Syria." *Munibe (Antropologia-Arkeologia)* 57:445-456.

Bennet, J. 2007. "The Aegean Bronze Age." In *The Cambridge Economic History of the Greco-Roman World*, edited by W. Scheidel, I. Morris and R. Saller. 175-210.

Bertini, L. and E. Cruz-Rivera. 2014. "The Size of the Ancient Egyptian Pigs: A Biometrical Analysis Using Molar Width." *Bioarchaeology of the Near East* 8:83-104.

Boonmee, C. Monarumit N. Ingavanija, S. Satitkune, S. and P. Wathanakul. 2013. "Structural and Chemical Analysis of Thai ivory from Lampang Province using SEM/EDS and LA-ICP-MS." In *33rd International Gemmological Conference IGC 2013*, edited by L. Cartier, 131-3. Vietnam: Swiss Gemmological Institute SSEF.

Bourdieu, P. 1986. "The Forms of Capital." In *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, edited by J. Richardson, 241-58. Westport, CT: Greenwood.

Bracco, S. Brajkovic, A. Comotti, A. and V. Rolandi. 2013. "Characterization of Elephant and Mammoth Ivory by Solid State NMR." *Periodico di Mineralogia* 82:2:239-50.

Brandle, B. 2013. "Cylinder Seals." In *Megiddo V: The 2004-2008 Seasons*, edited by I. Finkelstein, D. Ussishkin, and H.E. Cline, 993-1099. Monograph Series under the Auspices of the Friends of the Institute of Archaeology of the Institute of Archaeology, Tel Aviv: Emery and Claire Yass Publications in Archaeology.

Brewer, J. D. 1999. "Fauna, Wild." In *Encyclopedia of the Archaeology of Ancient Egypt*, edited by K. A. Bard, 306-8. London and New York: Routledge.

Brewer, D. 2002. "Hunting, Husbandry and Diet in Ancient Egypt." In *A History of the Animal World in the Ancient Near East*, Edited by B.J. Collins. 427-493. Netherlands: Brill Publishing.

Buddhachat, K. Klinhom, S. Siengdee, P. Brown, L.J. Nomsiri, R. Kaewmong, P. Thitaram, C. Mahakkanukrauh, P., and K. Nganvongpanit. 2016. *Elemental Analysis of Bone, Teeth, Horn and Antler in Different Animal Species Using Non-Invasive Handheld X-Ray Fluorescence*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155458>.

Burns, E. B. 2010. "Trade." In *The Oxford Handbook of the Bronze Age Aegean (ca. 3000-1000 BC)*, edited by E. H. Cline, 291-305. USA: Oxford University Press.

Burack B. 1984. *Ivory and Its Uses*. Japan: C. E. Tuttle Company.

Bryan, M. B. 1996. "Art, Empire, and the End of the Late Bronze Age." In *The Study of the Ancient Near East in the Twenty-First Century, The William Foxwell Albright Centennial Conference*, edited by S. J. Cooper and M. G. Schwartz, 33-75. USA: Eisenbrauns.

Çakırlar, C. and S. Ikram. 2016. "When Elephants Battle, the Grass Suffers, Power, Ivory and the Syrian Elephant." *The Journal of the Council for British Research in the Levant* 48:2:167-183.

Campbell, G. 2006. *The Grove Encyclopedia of Decorative Arts*, V. 1, New York: Oxford University Press.

Cappelani, F. and G. Restelli. 1963. "Construction and Performances of Silicon Surface Barrier Detectors." In *Nuclear Instruments and Methods*. 25:230-236. Holand: North Holland Publishing Co.

Caubet A. 2008. "Ivory, Shell and Bone." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.*, edited by J. Aruz, K. Benzel and J. M. Evans, 406-418. New York: The Metropolitan Museum of Art.

Caubet A. and J. Gachet-Bizollon. 2013. "L'Ivoire en Syrie à l'Age du Bronze." In *Archéologie et Histoire de la Syrie I, La Syrie de l'Epoque Néolithique à l'Age du Fer*, edited by W. Orthmann, M. al-Maqdissi and P. Matthiae, 417-432. Germany: Harrassowitz-Wiesbaden.

Caubet, A. 2002. "Animals in Syro-Palestinian Art." In *A History of the Animal World in the Ancient Near East*, edited by J.B. Collins, 211-237. *Handbook of the Oriental Studies*, Vol. 64, Section 1, Lieden-Boston-Koln: Brill Publishing.

Caubet, A. 1998. "The International Style: A Point of View from the Levant and Syria." In *The Aegean and the Orient in the Second Millennium. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium, Cincinnati, 18-20 April 1997*, edited by E. H. Cline and D.Harris-Cline, 105-114. *Aegaeum* 18, Annales d'Archeologic Egenee de L'Universite de Liege et UT-PASP. Liege: Universite de Liege Histoire de l'Art et Archeologie de la Grece Antique and University of Texas at Austin Program in Aegean Scripts and Prehistory.

Caubet, A. 2013. "Working Ivory in Late Bronze Age/Iron Age Syria and Anatolia." In *Across the Border : Late Bronze-Iron Age Relations between Syria and Anatolia, Proceedings of*

a Symposium Held at the Research Center of Anatolian Studies, Koc University, Istanbul, May 31-June 1, 2010, edited by K. A. Yener, 449-463. Leuven-Paris: Peeters.

Cerling, T.E. Omondi, P. and A.N. Macharia. 2007. "Diets of Kenyan Elephants from Stable Isotopes and the Origin of Confiscated Ivory in Kenya." *African Journal of Ecology* 45:4:614-27.

Chaiklin, M. 2010. "Ivory in World History-Early Modern Trade in Context." *History Compass* 8/6: 530-42.

Chantraine, P. and A. Dessenne. 1957. "Sur Quelques Termes Myceniens Relatifs au Travail de L'Ivoire," *REG* 70:310-1.

Chesson, L.A. 2012. "Strontium Isotopes in Tap Water from the Coterminous USA." *Ecosphere* 3(7)1-17.

Choyke, A. 2003. "Backward Reflection on Ancient Environments: What Can We Learn From Bone Tools?" In *People and Nature in Historical Perspective*, edited by J. Laszlovszky and P. Szabo, 139-57. Central European University Department of Medieval Studies & Archaeolingua, Budapest: Department of Medieval Studies

Cline, E.H., and M.S., Stannish. 2011. Sailing the Great Green Sea? Amenhotep III' Agean List from El-Hetan, Once More In *Journal of Ancient Egyptian Interconnections*, 3:2, 6-16.

Cluzan S. 2008. "Cyprus: An International Nexus of Art and Trade." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.*, edited by J. Aruz, K.Benzel and J. M. Evans, 311-87. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Collins, J.B. "Animals in the Religions of Ancient Anatolia." In *A History of the Animal World in the Ancient Near East*. edited by J.B. Collins, Vol 64:309-35. Boston, Kolln and Leiden: Brill Publishing.

Collins, M.J. Nielsen-Marsh, C.M. Hiller, J. Smith, C.I. and J.P. Roberts. 2002. "The Survival of Organic Matter in Bone: A Review." *Archaeometry* 44:3:383-94.

Coutu, N.A. Whitelaw, G. le Roux P. and J. Sealy. 2016. "Earliest Evidence for the Ivory Trade in Southern Africa: Isotopic and ZooMS Analysis of Seventh–Tenth Century AD Ivory from KwaZulu-Natal." *African Archaeology Review* Vol. 3(4) 411-35.

Coutu, N.A. M. Collins, and L.J. Thorp: https://www.google.gr/?gws_rd=ssl#q=coutu+ivory++doc.

Currey, D.J. 2002. *The Structure of Bone Tissue*, USA: Princeton University Press.

Dothan, T. 2006. "A Decorated Ivory Lid from Tel Mique-Ekron." In *Confronting the Past: Archaeological and Historical Essays on Ancient Israel in Honor of William G. Dever*, edited by S. Gitin, J. E. Wright, and J.P. Dessel, 33-40. USA: Eisenbrauns.

Demand, N. H. 2011. *The Mediterranean Context of Early Greek History*. United Kingdom: Wiley-Blackwell Publications.

Department of Antiquities, Cyprus. 2012. *Ancient Cyprus, Cultures in Dialogue*. Exhibition Organized by the Presidency of the Council of the European Union. Cyprus: Department of Antiquities.

Dillmann, P. Bellot-Gurlet, L. and I. Nener. 2016. *Nanoscience and Cultural Heritage*. France: Atlantis Press.

Di Paolo, S. 2014. "The Historiography of the Concept of Workshop in Ancient Near Eastern Archaeology: Descriptive Models and Theoretical Approaches." In *Critical Approaches to Ancient Near Eastern Art*, edited by A.B. Brown and H.M. Feldman, 111-33. USA/Germany: De Gruyter.

Dumas, C. The Wall Paintings of Thera and the Eastern Mediterranean, In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.*, edited by J. Aruz, K. Benzel and J. M. Evans, 124-30. New York and New Haven: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Earle, W.J. 2016. "Melos in the Middle: Minoanisation and Mycenaenisation at Late Bronze Age Phylakopi." In *Beyond Thalassocracies. Understanding Processes of Minoanisation and Mycenaenisation in the Aegean*, edited by E. Groggianni, P. Pavuk and L. Girella, 94-116. Oxford and Philadelphia: Oxbow Books.

Eckardt, H. 2014. *Objects & Identities, Roman Britain and the North-Western Provinces*. Oxford: Oxford University Press.

Edwards, M.G.H. and S.O'Connor. 2012. "Archaeological Ivories: A Challenge for Analytical Raman Spectroscopy." In *Analytical Archaeometry: Selected Topics*, edited by H. Edwards and P.Vandenabeele, 449-467. UK: The Royal Society of Chemistry.

Edwards G.M.H. 2009. *Raman Spectroscopy of Ancient and Modern Ivories: Nondestructive Analytical Interrogation— An Appreciation*.
[http://www.ebur.eu/userfiles/file/Raman Spectroscopy of Ancient and Modern Ivories.pdf](http://www.ebur.eu/userfiles/file/Raman_Spectroscopy_of_Ancient_and_Modern_Ivories.pdf).

Eltringham, S.K. 1999. *The Hippos: Natural History and Conservation*. London: Poyser Natural History.

Eriksson, G. 2013. "Stable Isotope Analysis of Humans." In *The Oxford Handbook of The Archaeology of Death and Burial*, edited by S. Tarlow and N. L. Stutz, 123-146. UK: Oxford University Press.

Espinoza O. E. and M.J. Mann. 1999. Ανατύπωμα. *Identification Guide for Ivory and Ivory Substitutes*. Washington: World Wildlife Fund. 1η έκδοση, Washington: World Wildlife Fund, 1992.

Extension, Issues, Innovation, Impact. 2012. *Feral Hog Tusk Characteristics*.
<http://articles.extension.org/pages/63589/feral-hog-tusk-characteristics>.

Evely. D. 2005. "Η Επεξεργασία του Ελεφαντόδοντου στο Αιγαίο της Χαλκοκρατίας." *Αρχαιολογία & Τέχνες* 94:71-75. Αθήνα: Εκδόσεις Ερμής.

Evely. D. 2010. "Materials and Industries." In *The Oxford Handbook of the Bronze Age Aegean*, edited by E.H. Cline, 387-405 New York: Oxford University Press.

Feldman, H. M. 2009. "Hoarded Treasures: The Megiddo Ivories and the End of the Bronze Age." *Levant* 41:2:175-94.

Feldman H. M. 2002. "Luxurious Forms: Redefining a Mediterranean International Style, 1400-1200 BCE." *The Art Bulletin* 1:6-29.

Feldman, M. 2008. "The Art of Ivory Carving in the Second Millennium." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.*, edited by J. Aruz, K.Benzel

and J. M. Evans, 248-58. New York and New Haven: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Filippidi A. Stathopoulou E.T. and G.Theodorou. 2013. "Taphonomical Observations on the Pygmy Hippopotamus Site in Agia Napa, Cyprus." In *Proceedings of the 13th International Congress, Chania. Bulletin of the Geological Society of Greece, Bulletin of the Geological Society of Greece*, Vol XLVII 122-35.

Flouda, G. 2013. "Materiality of Minoan Writing: Modes of Display and Perception." In *Writing as Material Practice: Substance, Surface and Medium*, edited by E.K. Piquette and D.R.Whitehouse, 143-175. London: Ubiquity Press.

Friedman R. 2012. "Hierakopolis." In *Dawn of Egyptian Art*, edited by D.C. Patch, 82-94. New York: The Metropolitan Museum of Art.

Friedman R. F. 2004. "Elephants at Hierakopolis." In *Egypt at its Origins, Studies in Memory of Barbara Adams: Proceedings of the International Conference "Origin of the State, Predynastic and Dynastic Egypt," 28 August- 1st September, Krakow*, edited by Hendrickx S. Friedman R. F. Cialowicz, K.M. and M. Chlodnicki, 131-69. Leuven, Paris and Dudley: Uitgeverig Peeters en Department Oosterse Studies.

Galaty, L.M. Parkinson, A.W. Cherry F.J. Cline, E. Karduliaw, P.N. Schon, R. Sherratt, Tomas, H. and D. Wengrow. 2009. "Interaction Amidst Diversity: An Introduction to the Eastern Mediterranean." In *Ancient State Interaction: The Eastern Mediterranean Bronze Age*, edited by W.A. Parkinson and M.L. Galaty, 29-51. Santa Fe: School for Advanced Research Press.

Gamkrelidze, T.V. and V.V. Ivanov. 1995. *Indo-European and the Indo-Europeans. Semantic Dictionary of Proto- Indo-European and Reconstruction of Proto-Culture.*, Berlin and New York: Mouton de Gruyter.

Gansell, A. R. 2008. *Women of Ivory as Embodiments of Ideal Feminine Beauty in the ancient Near East during the First Millennium BCE*. Massachusetts: Harvard University Cambridge.

Gaschen, A.M. 2005. *Relevance of Fluorine Diffusion for Exposure Age Dating in Archaeological Bones and Teeth*. Inauguraldissertation der Philosophisch naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.

Gilbert, G. P. 2008. *Ancient Egyptian Sea Power and the Origin of Maritime Forces*. Australia: Sea Power Centre.

Gilbert, A. 2002. "The Native Fauna of the Ancient Near East." In *A History of the Animal World in the Ancient Near East*. edited by J.B. Collins, Vol 64:3-72, Boston, Kolln and Leiden: Brill.

Hadjisterkotis, E. Masala B. and S. D. Reese. 2000. "The Origin and Extinction of the Large Endemic Pleistocene Mammals of Cyprus." *Biogeographia dell' Anatolia* vol. XXI:594-606.

Hagelberg, E. 2012. *Analysis of DNA from bone: Benefits versus losses*. 95-112. https://www.etikkom.no/contentassets/0a695d48aebd44c2bb7bae18f66d5657/analysis-of-dna-from-bone_hagelberg.pdf

Hamilakis, Y. 2003. "The Sacred Geography of Hunting: Wild Animals, Social Power and Gender in Early Farming Societies." In *Zooarchaeology in Greece: Recent Advances*. edited by E. Kotjabopoulou, Y. Hamilakis, P. Halstead. C, Gamble, and P. Elefanti, 239-247. British School at Athens Studies.

Hayes, M.J. 2001. "Fractionation of the Isotopes of Carbon and Hydrogen in Biosynthetic Processes." In *National Ocean Sciences Accelerator Mass Spectrometry Facility and Department of Geology and Geophysics*, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA 02543, USA.

Hauser, R. *5 Ivory Things*.

<http://globalmiddleages.org/sites/default/files/Hauser-Ivory-Things-Captions-Illustrations-Bibliography.pdf>

Heckel, C. Muller, K. White, R. Wolf, S. Conard N.J. Normand, C. Floss, H. and I. Reiche. 2015. "F-Content Variation in Mammoth Ivory from Aurignacian Contexts: Preservation, Alteration, and Implications for Ivory-Procurement Strategies." *Quaternary International* XXX. 1-11.

Heckel, C. Muller, K. White, R. Floss, N.J. Normand, C. and I. Reiche. 2014. "Micro-PIXE/PIGE Analysis of Palaeolithic Mammoth Ivory: Potential Chemical Markers of Provenance and Relative Dating." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 416:133-141.

Hendrickx S. and D. A. Depraetere. 2004. "Theriomorphic Predynastic Stone Jar and Hippopotamus Symbolism." In *Egypt at its Origins: Studies in Memory of Barbara Adams: Proceedings of the International Conference "Origin of the State, Predynastic and Dynastic Egypt", Krakow, 28 august- 1st September*. Hendrickx S. Friedman R. F. Cialowicz, K.M. and M. Chlodnicki, 801-23. Leuven, Paris and Dudley: Uitgeverig Peeters en Department Oosterse Studies.

Heyman, H.M. Zhang, T. Tang T., Baker E.S. and T.O. Metz. 2017. "Conventional and Advanced Separations in Mass Spectrometry-Based Metabolomics: Methodologies and Applications." In *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry*. edited by C.J. Lindon, E.G. Tranter, and W.D. Koppenaal. 1:376-385. USA: Academic Press.

Hoffmann, M. and J. Kingdon. 2013. "Mammals of Africa: Pigs, Hippopotamus, Chevrotain, Giraffes, Deer and Bovids." In *Mammals of Africa: Introductory Chapters and Afrotheria*, edited by J. Kingdon and Hoffmann, VI:195-201. UK: Bloomsbury Natural History.

Hornbeck, E. S. 2016. *Ivory Identification and Regulation of a Precious Material*. Washington: Smithsonian National Museum of African Art.

Hornbeck, E. S. 2015. "Elephant Ivory: An Overview of Changes to its Stringent Regulation and Consideration for its Identification." *Objects Specialty Group Postprints AIC*, Vol 22:101-21.

Horwitz, L. K. and E. Tchermov. 1990. "Cultural and Environmental Implications of Hippopotamous Bone Remains in Archaeological Contexts in the Levant." *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 280:67-76.

Ilan, D. 2013. "The Life and Times of an Ivory Handle of the Second Millennium BCE: A Tale of Prestige and Demise." In *Alphabets, Texts and Artifacts in the Ancient Near East*, edited by I. Finkelstein, Ch. Robin and Th. Romer, 161-172. Jerusalem: The Nelson Glueck School of Biblical Archaeology, Hebrew Union College.

Jacob, D.E. Stracke, A. Wiegand, B. and W. Dindorf. 2008. "Tracing Ivory by its Chemical and Isotopic Composition." In *Ivory and Species Conservation, Proceedings of INCENTIVS-Meetings (2004-2007) Johannes-Gutenberg University Mainz*, edited by B. Bortolaso, 91-99. Germany: Bundesamt für Naturschutz.

Jones, M. D. 2008. *Investigative Conservation: Guidelines on how the Detailed Examination of Artefacts from Archaeological Sites Can Shed Light on the Manufacture and Use*. UK: English Heritage Publishing.

Kemp, M. B. Monroe, C. and D. G. Smith. 2007. "Extraction and Analysis of DNA from Archaeological Specimens." In *Archaeological Chemistry: Analytical Techniques and Archaeological Interpretation*, edited by M. D. Glascock, J. R. Speakman and S. R. Popelka – Filcoff, 78-98. ACS Symposium Series. Washington DC: American Chemical Society.

Lapatin, K. D. 2001. *Chryselephantine Statuary in the Ancient Mediterranean World*. Oxford: Oxford University Press.

Kitchell, F.K. 2014. *Animals in the Ancient World*. London & New York: Routledge.

Knapp A. B. 1998. "Mediterranean Bronze Age Trade: Distance, Power and Place." In *The Aegean and the Orient in the Second Millennium. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium, Cincinnati, 18-20 April 1997*, edited by E. H. Cline and D.Harris-Cline, 194- 207. *Aegaeum* 18, Annales d'Archeologic Egenee de L'Universite de Liege et UT-PASP. Liege: Universite de Liege Histoire de l'Art et Archeologie de la Grece Antique and University of Texas at Austin Program in Aegean Scripts and Prehistory.

Knapp A. B. 1981. The Thera Frescoes and the Question of Aegean Contact with Libya During the Late Bronze Age. *Journal of Mediterranean Anthropology and Archaeology*, 2: 249-279.

Knapp, A.B. 2010. Cyprus's Earliest Prehistory: Seafarers, Foragers and Settlers. *Journal of World Prehistory* Vol. 23, No 2:79-120.

Knudson, J. K. and A. T., Tung. 2007. "Using Archaeological Chemistry to Investigate the Geographic Origins of Trophy Heads in the Central Andes: Strontium Isotope Analysis at the Wari Site of Conchopata." In *Archaeological Chemistry: Analytical Techniques and Archaeological Interpretation*, edited by D.M. Glascock, J.R. Speakman and S.R. Popelka-Filcoff, 99-113. Washington DC: American Chemical Society.

Koch L.P. Behrensmeyer K.A. and L.M. Fogel. 1991, "The Isotopic Ecology of Plants and Animals in Amboseli National Park, Kenya." In *Annual Report of the Director of the Geophysical Laboratory*, edited by C.T. Prewit. 163-171. Washington DC, USA: Geophysical Laboratory.

Kosmopoulos, M. 1991. "Exchange Networks in Prehistory: The Aegean and the Mediterranean in the Third Millennium B.C." In *Thalassa. L'Egee Prehistorique et la Mer. Actes de la Troisieme Rencontre Egeenne Internationale de L'Universite de Liege, Station de Recherches Sous- Marines et Oceanographiques (StaReSO), Calvi, Corse, 23-25 Avril 1990*, Edited by R. Laffineur and L. Basch, 155-168. *Aegaeum* 7, Annales d' Archeologie Egeene de l' Universite de Liege. Liege: Universite de Liege.

Krzyszowska, O. H. 2008. *The Ivories and Objects of Bone, Antler and Boar's Tusk in: Well Built Mycenae*. Vol: 24, England: Oxbow Books.

Krzyszowska, O.H. and R. Morkot. 2000. "Ivory and Related Material." In *Ancient Egyptian Materials and Technology*, edited by P.T. Nickolson and I. Shaw, 320-331. UK: Cambridge University Press.

Krzyszowska, O.H. 1993. "Aegean Ivory Carving: Towards an Evaluation of Late Bronze Age workshop material." In *Ivory in Greece and the Mediterranean from the Bronze Age to the Hellenistic Period*. Edited by J. Lesley Fitton, 85: 25-35. UK: British Museum Occasional Papers.

Krzyszowska, O. H., 1988. "Ivory in the Aegean Bronze Age: Elephant Tusk or Hippopotamus Ivory." In *The Annual of the British School at Athens* 83:209-234 London: Published by British School at Athens.

Κάντα, Α. 2003. «Ο Αιγαιακός κόσμος μεταξύ Ανατολής και Δύσης. Απόψεις κοινών πολιτιστικών στοιχείων από τον 16ο έως τον 11ο αι. π.Χ.» Στο *Πλόες, Από τη Σιδώνα στη Χουέλβα. Σχέσεις λαών της Μεσογείου, 16ος-6ος αι. π.Χ.* επιμ. Ν. Σταμπολίδης, 20-40. Αθήνα: Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης.

Καρτσωνάκη, Ε. 2012. «Ανάπτυξη Μεθοδολογίας για την Ανάλυση Οργανικών Υλικών σε Αρχαιολογία και Ιστορικά Αντικείμενα με τη Φασματοσκοπία Μαγνητικού Πυρηνικού Συντονισμού (NMR).» Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Καλονάκης, Κ. 2007. «Ανάλυση Οστών με τη Χρήση Φασματοσκοπίας Raman.» Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Laffineur, R. "From West to East: The Aegean and Egypt in the Early Late Bronze Age." In *The Aegean and the Orient in the Second Millennium. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium, Cincinnati, 18-20 April 1997*, edited by R.L. Laffineur and G. E. Greco, 53-67.

Aegaeum 18, Annales d'Archeologie Egenee de L'Universite de Liege et UT-PASP. Liege: Universite de Liege Histoire de l'Art et Archeologie de la Grece Antique and University of Texas at Austin Program in Aegean Scripts and Prehistory.

Laffineur, R. 1991. Material and Craftsmanship in the Mycenae Shaft Graves: Imports vs Local Production. *Minos* 25-26: 245-95.

Lafrenz, A. K. 2004. *Tracing the source of the Elephant and Hippopotamus Ivory from the 14th Century B.C. Uluburun Shipwreck: The archaeological, Historical, and Isotopic Evidence.* PhD diss., USA: University of South Florida.

Larsen, M. T. 2008. "The Middle Bronze Age, Beyond Babylon." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.* edited by J. Aruz, K.Benzel and J. M. Evans, 13-7. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Larsen, M. T. 2008. "The Old Assyrian Merchant Colonies." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.* edited by J. Aruz, K.Benzel and J. M. Evans, 70-81. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Lejeune, M. 1958 *Memoires de Philologie Mycenienne I, 1955-1957* 32 Paris: Centre National De La Recherche Scientifique.

Liebowitz, H. 1987. "Late Bronze II Ivory Work in Palestine: Evidence of a Cultural Highpoint." *Bulletin of the American Schools of Oriental Research* No. 265:3-24.

Liesau, C. Banerjee A. and J.O. Schwarz. 2011. "Camino de las Yeseras' Ivory Collection: Advances in Analysis Technology Used in Identifying Raw Material." In *Nuevos Estudios: Yacimientos Calkoliticos con Campaniforme de la Region de Madrid, 15^o Bell Beaker International Conference: From Atlantic to Ural, Spain*, edited by C. Blasco, C. Liesau and P. Rios, 381-386. Madrid, Spain: Patrimonio Arqueologico de Madrid/6.

Lilyquist, C. 1998. "The Use of Ivories as Interpreters of political History." *Bulletin of the Schools of Oriental Research* 310: 25-33.

Lucas, A. 1948. *Ancient Egyptian materials and Industries.* 3rd ed. London: E. Arnold Publishers LTD.

Luciani, M. 2006. "Ivory at Qatna." In *Timelines Studies in Honour of Manfred Bietak*, edited by E. Czerny, Ir. Hein, H. Hunger, D. Melman and A. Schwab V. III. Leuven-Paris-Dudley: Uitgeverij Peeters en Departement Oosterse Studies.

Λυριντζής, Ι. 2007. *Φυσικές Επιστήμες στην Αρχαιολογία*. 2^η Έκδ. Αθήνα. Εκδόσεις Τυπωθήτω.

MacGregor, A. 1985. *Bone, Antler, Ivory and Bone, the Technology of Skeletal Materials Since the Roman Period*. USA: Barnes & Noble Books.

Manlius, N. 1997. "Les Mammouths du Pharaon." *Bulletin Mensuel de la Societe Linneenne de Lyon*. V. 66, 6: 167-173.

Mann, S. 2001. *Biomineralization: Principles and Concepts in Bioinorganic Materials Chemistry*. UK: University of Bristol.

Mann, S. 2007. Biominerals and Biomineralization, in: *Biological Inorganic Chemistry, Structure and Reactivity*, edited by I. Bertini, B.H.Gray, I.E. Stiefel, and J.S. Valentine, 79-95, California: University Science Books.

Margueron, J.C. 2008. "Ugarit: Gateway to the Mediterranean." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millenium B.C.* edited by J. Aruz, K.Benzel and J. M. Evans, 236-8. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Martinez, S.M., 2015. "Ancient DNA: A Multifunctional Tool for Resolving Anthropological Questions." Ph.D. diss., Unitat D'Antropologia Biologica.

Michailidou, A. 2010. "Measuring by Weight in the Late Bronze Age Aegean: The People behind the Measuring Tools." In *The Archaeology of Measurement: Comprehending Heaven, Earth and Time in Ancient Societies*, edited by I. Morley and C. Renfrew, 71-87. USA: Cambridge University Press.

Mifsud, A. 2016. "A Prised Commodity Item in Ancient Malta." In *Dossier Malta-Neanderthal*, 1-11. Great Britain: PB Limited.

Milevski, I., 2005. "Local Exchange in Early Bronze Age Canaan." Thesis, Tel Aviv University.

Moorey, P.R.S. 1999. *Ancient Mesopotamian Materials and Industries: The Archaeological Evidence*. Indiana: Eisenbrauns.

Morandi-Bonacossi, D. 2008. "Italian Archaeological Research at Qatna." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millennium B.C.* edited by J. Aruz, K. Benzel and J. M. Evans, 233-4. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Morris, P.S. 2008. "Bridges to Babylon: Homer, Anatolia, and the Levant." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millennium B.C.* edited by J. Aruz, K. Benzel and J. M. Evans, 435-45. New York and London: The Metropolitan Museum of Art and Yale University Press.

Mumford, G. 2009. "Amarna Letters." In *The Encyclopedia of the Bible and Its Reception*, edited by H.-S. Klauck et al. 1: 936-41.

Nemet-Nejat, K. R. 2000. *An Administrative Text About Writing Boards*. Deutsches Archäologisches Institut, Orient-Abteilung, 250-7. Germany: Gegrundet.

O' Connor T.P. 1987. "Archaeological Bone, Antler and Ivory." In *The Proceedings of a Conference Held by UKIC Archaeology Section, December 1984*, edited by K. Starling, and D. Watkinson, 6-8. UK: The United Kingdom Institute for Conservation.

Oddy, A. 2012. "Scientific Examination of Artefacts." In *Manual of Curatorship: A Guide to Museum Practice*, edited by M. A. Thompson, 2nd ed. 480-487. New York and London: Routledge.

Όμηρος. *Οδύσσεια*. Μετάφραση από Ζ. Σιδέρη. 1985. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Όμηρος. *Ιλιάδα*. Μετάφραση από Ν. Καζαντζάκη και Ι. Θ. Κακρίδη. 1985. Αθήνα: ΟΕΔΒ.

Παναγιωτοπούλου, Ε. 2010. «Ιστοπική Μελέτη Οστών Γεωμετρικής Περιόδου.» ΔΠΜΣ στη Χημεία και Τεχνολογία Υλικών. Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων.

Παντελής, Χ. Κ. 2003. «Η Χρήση Χαυλιοδόντων Ελέφαντα και Δοντιών Ιπποποτάμου στην Αρχαία Ελεφαντουργία, το Πρόβλημα της Αναγνώρισης του Υλικού.» *Δωδώνη: Επιστημονική Επετηρίς της Φιλοσοφικής Σχολής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων* 32:1:343-51.

Papazoglou-Mathioudaki, L. 2012. "Gold and Ivory Objects at Mycenae and Dendra Revealed. Private Luxury and/or Insignia Dignitatis." In *Jewellery, Adornment and Textiles in the Aegean Bronze Age. Proceedings of the 13th International Aegean Conference at University of Copenhagen, Danish National Research Foundation's Centre for Textile Research, 21-26 April 2010*, edited by M.L. Nosch and R. Laffineur, 447-47. Leuven-Liege: Peeters.

Passmore, E. Ambers, J. Higgitt, Ch. Ward, C. Wills, B. Simpson J. and C. Cartwright. 2012. *Hidden, Looted, Saved: The Scientific Research and Conservation of a Group of Begram Ivories from the National Museum of Afghanistan*. Technical Research Bulletin, Vol: 6: 33-46. UK: The British Museum.

Patzek, B. 2003. "Homer and the Near East, The Case of Assyrian Historical Epic and Prose Narrative." *GAI A* 7:63-74.

Patch, D. C. 2012. *Dawn of Egyptian Art: The Human Figure*. New York: The Metropolitan Museum of Art.

Penniman, T. K. 1952. *Pictures of Ivory and Other Animal Teeth, Bone and Antler: With a Brief Commentary on Their Use in Identification*. Occasional Paper on Technology Vol. 5. Oxford: Oxford University Press.

Pollard, A. M., Batt, C.M., Stern B. and S. M. M. Young, 2007. *Analytical Chemistry in Archaeology*. UK:Cambridge University Press.

Popular Zoology. 1832. *Memoirs and Anecdotes of the Quadrupeds, Birds, and Reptiles in the Zoological Society's Menagerie*. London: Chismick Press.

Peris, M. A. 1994. "Note on the Etymology of Elephant." *Journal of the Royal Asiatic Society of Sri Lanka*. 38:163-168.

Pfaffenberger, B. 1998. "Fetishised Objects and Humanised Nature: Towards an Anthropology of Technology." In *Man*, New Series Vol. 23(2)236-252. Great Britain and Ireland: Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland.

Price T.D. and H.J. Burton. 2012. *An Introduction to Archaeological Chemistry*. London: Springer, New York: Dordrecht Heidelberg.

Proistzoa.blogspot. 2011. To Μαμούθ.
<http://proistzoa.blogspot.gr/2011/10/mammoth.html>.

Pulak, C. 2008. "The Uluburun Shipwreck and Late Bronze Age Trade." In *Beyond Babylon, Art, Trade, and Diplomacy in the Second Millennium B.C.* edited by J. Aruz, K. Benzel and J. M. Evans, 289-385, New York: The Metropolitan Museum of Art.

Pullen, J. D. 2013. "Crafts, Specialists, and Markets in Mycenaean Greece. Exchanging the Mycenaean Economy." *AJA* 117:3:437-445.

Pye, K. 2004. "Isotope and Trace Element Analysis of Human Teeth and Bones for Forensic Purposes." In *Forensic Geoscience: Principles Techniques and Applications*, edited by K. Pye, and D. J. Croft, 232:215-236. London: Geological Society Special Publication.

Raubenheimer, E.J. Bosman, M.E. Vorster, R. and C.E. Noffke. 1998. "Histogenesis of the Chequered Pattern of Ivory of the African Elephant (*Loxodonta Africana*)." *Archives of Oral Biology* 43:969-977.

Raubenheimer, E.J., 1999, Morphological aspect and composition of African Elephant (*Loxodonta Africana*) Ivory. *Koedoe* 42:2: 57-64, Pretoria.

Raubenheimer, E.J. 2000. "Early Development of the Tush and the Tusk of the African Elephant (*Loxodonta Africana*)." *Archives of Oral Biology* 45: 983-986.

Reese, D.S. 1998. Appendix III: A hippopotamus tooth from Hala Sultan Tekke. In *The Wells. Hala Sultan Tekke*. Edited by P. Åström. *Studies in Mediterranean Archaeology* XLV: 140-145 Jonsered: Paul Åströms Förlag.

Rehak, P., and G. J., Younger, 1998a. "International Styles in Ivory Carving in the Bronze Age." In *The Aegean and the Orient in the Second Millennium. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium, Cincinnati, 18-20 April 1997*, edited by R.L. Laffineur and G. E. Greco, 229-56. *Aegaeum* 18, Annales d'Archeologie Egenee de L'Universite de Liege et UT-PASP. Liege: Universite de Liege Histoire de l'Art et Archeologie de la Grece Antique and University of Texas at Austin Program in Aegean Scripts and Prehistory.

Rehak, P. and G.J. Younger. 1998b. "Review of Aegean Prehistory VII: Neopalatial, Final Palatial, and Postpalatial Crete." *AJA* 102:1:91-173.

Reiche, I. and A. Gourrier. 2016. "Informative Potential of Multiscale Observations in Archaeological Biominerals Down to the Nanoscale." In *Nanoscience and Cultural Heritage*. edited by P. Dillmann, L. Bellot-Gurlet and I. Nener. 75-123. France: Atlantis Press.

Rowe, W.M. 2007. Non-Destructive Radiocarbon Dating, Procedures of Chemistry Conference, Texas A&M University at Qatar.

Sacconi, A. 1972. "L'Avorio Nella Tabella di Pilo Va 482", *Vol. 13 Minos. Revista de Filologia Egea*.

Scandura, M., Iacolina, L. and M. Apollonio. 2011. "Genetic Diversity in the European Wild Boar *Sus Scrofa*: Phylogeography, Population Structure and Wild Domestic Hybridization." *Mammal Review* 41:2:125–37.

Schallin, A.L. 2016. "Identities and 'Precious' Commodities at Midea and Dendra in the Mycenaean Argolid, Local and Global Perspectives on Mobility in the Eastern Mediterranean." *The Norwegian Institute at Athens* 5:159-90.

Schon, R. 2011. "Redistribution in Aegean Palatial Societies. By Appointment to His Majesty the Wanax: Value-Added Goods and Redistribution in Mycenaean Palatial Economies." *AJA* 115:2:219-27.

Scullard, H. H. 1984. *The Elephant in the Greek and Roman World*. Cambridge: The Thames & Hudson.

Shelmerdine W.C., 1998. "Where Do We Go From Here? And How Can the Linear B Tablets Help Us Get There?." In *The Aegean and the Orient in the Second Millennium. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium, Cincinnati, 18-20 April 1997*, edited by Cline E. H. and D. Harris-Cline. *Aegaeum* 18, 295 Liege: Universite de Liege, Histoire de L'Art et Archaeologie de la Grece Antique.

Shoshani, J. and P. Tassy, 2013. "Family Elephantidae Elephants." In *Mammals of Africa: Introductory Chapters and Afrotheria*, edited by J. Kingdon, C.D. Happold, M.T. Butynski, M. Hoffmann and M. Happold, Vol. I:176-8, UK: Bloomsbury Natural History.

Simpson, E. 2013. "An Early Anatolian Ivory Chair: The Pratt Ivories." In *The Metropolitan Museum of Art*, edited by R.B. Koehl. 43:221-261. Pennsylvania: INSTAR Academic Press.

Sims, E.M., Baker, W.B. and M.R. Hoesch. 2011. "Tusk or Bone? An Example of Ivory Substitute in the Wildlife Trade." *Ethnobiology Letters* 2:40-44.

Steel, L. 2013. *Materiality and Consumption in the Bronze Age Mediterranean*. New York and London: Routledge.

Steguweit, L. 2015. "Rotten Ivory as Raw Material Source in European Upper Palaeolithic." *Quaternary International* 361:313-318.

Stern O. W., and D. H. Thimme. 2007. *Kenchreai, East Port of Corinth: Ivory, Bone, and Related Wood Finds, Eastern Port of Corinth*. Results of Investigations by The University of Chicago and Indiana University for The American School of Classical Studies at Athens. Leiden-Boston: Brill Publication.

Στεφανή, Ε. 2012. «Ελεφάντινα Αντικείμενα από τον Τάφο της Κρίσεως και οι Συμβολικές Χρήσεις του Ελεφαντόδοντου από την 'Ελίτ'» στο *ΔΙΝΗΕΣΣΑ*, επιμ. Αδάμ-Βελένη Π. και Κ. Τζαναβάρη, 509-22. Θεσσαλονίκη: Αρχαιολογικό Μουσείο Θεσσαλονίκης.

Tartaron, F. T. 2013. *Maritime Networks in the Mycenaean World*. UK: Cambridge University Press.

Teeter, E. 2002. "Animals in Egyptian Religion." In *A History of the Animal World in the Ancient Near East*, Edited by J.B. Collins, *Handbook of the Oriental Studies* Vol. 64:335-61. Lieden, Boston and Koln: Brill Publishing.

Treuil, R. Darcque, P. Poursat, J. Cl. and G. Touchais. 1996. *Οι Πολιτισμοί του Αιγαίου*, Τίτλος Πρωτότυπου: *Les Civilisation Egeennes du Neolithic et de L'Age du Bronze*, Μετάφραση από Ο. Πολυχρονοπούλου και Α. Φιλίππα-Touchais. Αθήνα: Εκδόσεις Καρδαμίτσα.

Tripati, S. and I. Godfrey. 2007. "Studies on Elephant Tusks and Hippopotamus Teeth Collected from the Early 17th Century Portuguese Shipwreck off Goa, West coast of India: Evidence of Maritime Trade Between Goa, Portugal and African Countries." *CURRENT SCIENCE* 92:3.

Tsagrakis, A. 2012. "Furniture, Precious Items and Materials Recorded in the Linear B Archives." *SMEA* 54:323-341.

Turkalo, A. and R. Barnes. 2013. "Loxodonta Cyclotis: Forest Elephant in, Family Elephantidae Elephants." In *Mammals of Africa: Introductory Chapters and Afrotheria*, edited by J. Kingdon, C.D. Happold, M.T. Butynski, M. Hoffmann and M. Happold, 1:195-201. UK: Bloomsbury Natural History.

Tournavitou, I. 1995. *The 'Ivory Houses' at Mycenae*. BSA Supplementary Vol. 24. London: British School at Athens.

Τσώτα, Ε. 2001. «Το Ελεφαντόδοντο στη Μυκηναϊκή Περίοδο: Παρουσίαση Αντικειμένων από Αττικές Θέσεις.» Στο *Πρακτικά 8^{ου} Συμποσίου Ιστορίας και Λαογραφίας Αττικής, 28-31 Μαΐου 1999, Μαρούσι*. Αθήνα: Ιστορικό και Λαογραφικό Μουσείο Δήμου Αμαρουσίου.

United Nations. 2014. *Guidelines on Methods and Procedures for Ivory Sampling and Laboratory Analysis*. Vienna: United Nations at Vienna.

Valenzuela, L.O. Chesson, L.A. O'Grady, S.P. Cerling, T.E. and J.R. Ehleringer. 2011. "Spatial Distributions of Carbon, Nitrogen and Sulfur Isotope Ratios in Human across the United States." *Rapid Commun Mass Spectrom* 25(7)861-8.

van der Merwe, N.J. Lee-Thorp, J.A. Thackeray, J.F. Hall-Martin, A. Kruger, F.J. Coetzee, H. Bell, R.H.V. and M. Lindeque. 1990. "Source-Area Determination of Elephant Ivory by Isotopic Analysis." *Nature* 346:744-746.

van Wijngaarden G. J. 2002. *Use and Appreciation of Mycenaean Pottery in the Levant, Cyprus and Italy (1600-1200 BC)*. Amsterdam, Holand: Amsterdam University Press.

Vargas, P. 2014. "Proliferation of Species after Dinosaurs' Demise." *Mammals* 43:503-18.

Vitezovic, S. and D. Antonovic (eds) 2014. *Archaeotechnology: Studying Technology from Prehistory to the Middle Ages*. Proceedings of the XXVI Annual Meeting of the Serbian Archaeological Society, held in Novi Sad, from 30th to 1st June 2013. Serbia: Izdavac.

Vogel, J.C. Talma, A.S. Hall-Martin, A.J. and P.J. Viljoen. 1990. "Carbon and Nitrogen Isotopes in Elephants." *South African Journal of Science* 86:147-50.

Voskos, I. A. and B. Knapp. 2008. "Cyprus at the End of the Bronze Age: Crisis and Colonization or Continuity and Hybridization?" *AJA* 112:4:659-684.

Walker, J.F. 2009. *Ivory's Ghosts: The White Gold of History and the Fate of Elephants*. New York: Atlantic Monthly Press.

Walker-Turner G. and B.Y. Xu. 2014. "Identification of Animal Hard Tissues Using Fourier Transform Infrared Spectroscopy." In *ICOM-CC 17th Triennial Conference Preprints*,

Melbourne, 15-19 September 2014, edited by J. Bridgland, art. 1205:11. Paris, France: International Council of Museums.

Wasser, K.S. Clark, W.J. Drori, O. Kisamo, E.S. Mainland, C., Mutayoba, B. and M. Stephens. 2008. "Combating the Illegal Trade in African Elephant Ivory with DNA Forensics." *Conservation Biology* 22: 4: 1065-1071.

Ward, G.W.R. 2008. *The Grove Encyclopedia of Materials and Techniques in Art*. New York: Oxford University Press.

Weiner, S. 2010. *Microarchaeology: Beyond the Visible Archaeological Record*. USA: Cambridge University Press.

Wikispace. 2017. *The Herbivores of Ancient Egypt*.
<https://cowofgold.wikispaces.com/Hippopotamus>.

Wikipedia. 2017. Scanning Transmission X-ray Microscopy.
https://en.wikipedia.org/wiki/Scanning_transmission_X-ray_microscopy.

Wilkinson, T.J. 2012. "Introduction to Geography, Climate, Topography and Hydrology." In *A Companion to the Archaeology of the Ancient Near East*, edited by D.T. Potts. I:3-27. UK: Blackwell Publishing Ltd.

Yannai, A. 1983. *Studies on Trade between the Levant and the Aegean in the 14th to 12th Centuries BC*. Oxford, England: University of Oxford.

Yates, F.J. 2013. "It Will Not Be Possible to Use Zooarchaeology By Mass Spectrometry (ZooMS) to Identify Species in Samples of Cremated Bone that Have Been Burnt Higher Than 155°C." BSc Bioarchaeology. York, England: University of York.

Yin, Z., Zhang, P., Chen, Q., Zheng, Q, and Y., Li. 2013. A Comparison of Modern and Fossil Ivories Using Multiple Techniques, *GEMS & GEMOLOGY, SPRING 2013*, 49:1.

Ziegler, S. 2017. *Determination of Age and Geographical Origin of African Elephant Ivory*. Germany: Federal Ministry for Nature Conservation.

Ziegler, S. Merker, S. and D. Jacob. 2012. "Geographic Variation of Stable Isotopes in African Elephant Ivory." In *EGU General Assembly Conference Abstracts*, 1884, edited by Abbasi, A. and N. Giesen.

Ζουγανέλης, Γ. 2006. «Απομόνωση και Χαρακτηρισμός Μιτοχονδριακού DNA από Οστικά Υπολείμματα Αρχαιολογικού Ενδιαφέροντος.» Αθήνα: Πανεπιστήμιο Αθηνών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Πίν.1



Εικόνα 1: Χάρτης της ανατολικής Μεσογείου κατά την ΕΧ, (Aruz 2008, xxii).



Εικόνα 2: Καπάκι πυξίδας με σφίγγες και γρύπες, Βίβλος 14^{ος} αι. Φαίνεται να έχει κοπεί για επαναχρήση σε μικρότερο δοχείο, χωρίς ενδιαφέρον για ομοιόμορφη απόδοση των μορφών. Η εγχάρακτη τεχνική αντί της ανάγλυφης έχει παράλληλα από την Ashur ως τις ακτές της Εγγύς Ανατολής και ως το νησί της Δήλου. (Aruz, 2008, 141).



Εικόνα 3: Θήβες, Shaykh Abd al-Qurna, Τάφος Senneferi, τοιχογραφία πλοίου στον Νείλο.
<http://www.gettyimages.com/detail/illustration/egypt-thebes-shaykh-abd-al-qurnah-tomb-of-senneferi-boat-stock-graphic/102076878>

Πίν.2



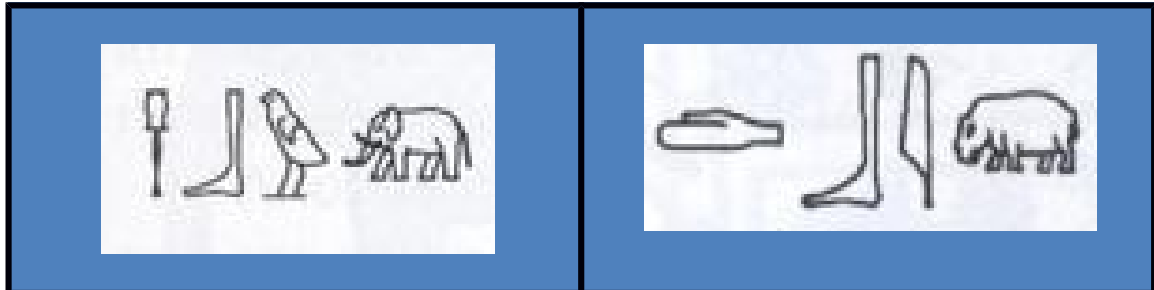
Εικόνα 4: Πινακίδα Γραμμικής Β KN Og 7504+7844, όπου αναφέρεται ένα τάλαντο (ή διπλές μίνες) ελεφαντόδοντου και καταγράφεται ως e-re-pa-ta. (Michailidou 2010, 75).

ΑΥ†	e-re-pa/	ελέφας/	elephas	elephant (implying ivory)
	e-re-pa-te/	ελεφάντει/	elephantei	
	e-re-pa-te-ja-ri/	ελεφαντειάφι/	elephanteiaphi/	
	e-re-pa-te-jo/	ελεφάντειος/	elephanteios/	
	e-re-pa-to	ελέφαντος	elephantos	

Εικόνα 5: Οι σχετικές με τον ελέφанта λέξεις, όπως διαβάζεται στις μυκηναϊκές πινακίδες, από το Linear B Lexicon, Silva A.M.: <https://www.scribd.com/doc/76880085/56265843-Linear-B-Lexicon>

ΚΡΥ	ko-ru/	κόρυς/	korys	helmet
	ko-ru-pi	κόρυ(θ)φι	kory(th)phi	

Εικόνα 6: Οι σχετικές με τον κάπρο λέξεις, όπως διαβάζονται στις μυκηναϊκές πινακίδες, από το Linear B Lexicon, Silva A.M.: <https://www.scribd.com/doc/76880085/56265843-Linear-B-Lexicon>



7α

7β

Εικόνα 7: Αριστερά η αναγραφή της λέξης ελέφαντας και δεξιά της λέξης ιπποπόταμος στα αιγυπτιακά.

Πηγή: <https://cowofgold.wikispaces.com/elephant>
<https://cowofgold.wikispaces.com/Hippopotamus>

Πίν.3



Εικόνα 8: Μαμούθ, αγαλματίδιο περ. 37 χιλ. μήκος και 7,5 γραμ. Κατασκευασμένο από ελεφαντόδοντο μαμούθ, περί τα 35 000 χρόνια πριν από σήμερα. Θεωρείται το ένα από τα παλαιότερα κατασκευάσματα του ανθρώπου.
<https://gr.pinterest.com/pin/20336635789109108/>



Εικόνα 9: Από τις πρωιμότερες φυσιοκρατικές αναπαραστάσεις ανθρώπινης κεφαλής και κόμης, κατασκευασμένης από ελεφαντόδοντο μαμούθ. Από το Brassemprouy, Γαλλία, περ. 25000 π.Χ..



Εικόνα 10: Αριστερά δύο καθισμένες γυναικείες μορφές κι ενός παιδιού απο τη νότια κλιτύ της ακρόπολης των Μυκηνών, περ. 1400-1200 π.Χ (ΥΕ ΙΙΑ/Β) από το Αρχαιολογικό Μουσείο Αθηνών. Δεξιά, καπάκι πυξίδας με απεικόνιση της Κυρίας των ζώων, Minet el-Beidha, Τάφος ΙΙΙ, ΥΕΧ, 13^{ος} π.Χ. το πλήθος αντικειμένων που βρέθηκαν στην Ουγκαρίτ αποδεικνύουν τη μεγάλη επιδεξιότητα των τεχνιτών στην ανατολική Μεσόγειο. (Caubet 2008,408).

Πίν.4



Εικόνα 11: Αριστερά ο Αφρικανικός ελέφαντας και δεξιά ο μικρότερος σε μέγεθος ασιατικός.
<http://knysnaelephantpark.co.za/elephant-management/elephant-information/>



Εικόνα 12: Σύγχρονη αναπαράσταση μαμούθ



Εικόνα 13: Ο ιπποπόταμος
Πηγή: <http://weknowyourdreams.com/hippopotamus.html>



Εικόνα 14: Αγριόχοιρος ή κάπρος
Πηγή: <http://www.fotosearch.gr/CSP732/k20749126/>

Πίν.5



Εικόνα 16: Κυνήγι ιπποπόταμων από τον Τάφο του Mereruka
Βεζύρη του βασιλιά Teti, πρώτου φαραώ της 6^{ης} δυναστείας.
<https://cowofgold.wikispaces.com/Hippopotamus>

Εικόνα 15: Κεφαλή ταύρου, ΠΕΧ, από το Khirbet Kerak, πιθανόν η αρχαία Beth Yerah.
Πηγή:
<https://gr.pinterest.com/pin/127860076890507713/>



Εικόνα 17: Μαγική ράβδος από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου, Αίγυπτος περ. 1981-1640 π.Χ. Μετροπολιτικό Μουσείο Ν. Υόρκης. Διατηρεί τη χαρακτηριστική μορφή του χαυλιόδοντα ιπποπόταμου. Οι εγχάρακτες γραμμές είναι γεμισμένες από μαύρη οργανική ουσία. Η Ταουρέτ κρατάει μαχαίρι. (Aruz 2008, 147).

Πίν.6



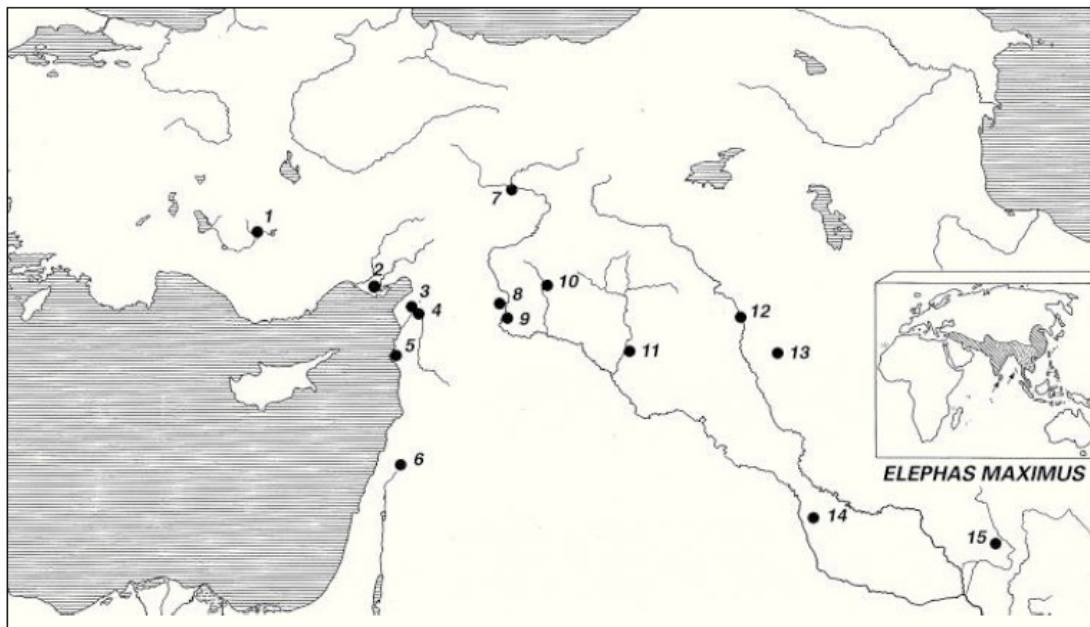
Εικόνα 18: Εγχάρακτη αναπαράσταση ελέφαντα σε βράχο στην έρημο Messak Mellet, φωτ. από Faleschini (1999, 142).



Εικόνα 19: Χαυλιόδοντας ελέφαντα, από το ναυάγιο του Ουλουμπουρούν, περ. 1300 π.Χ. (Pulak 2008, 328).

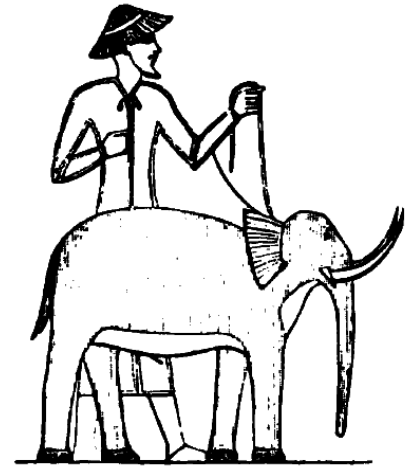
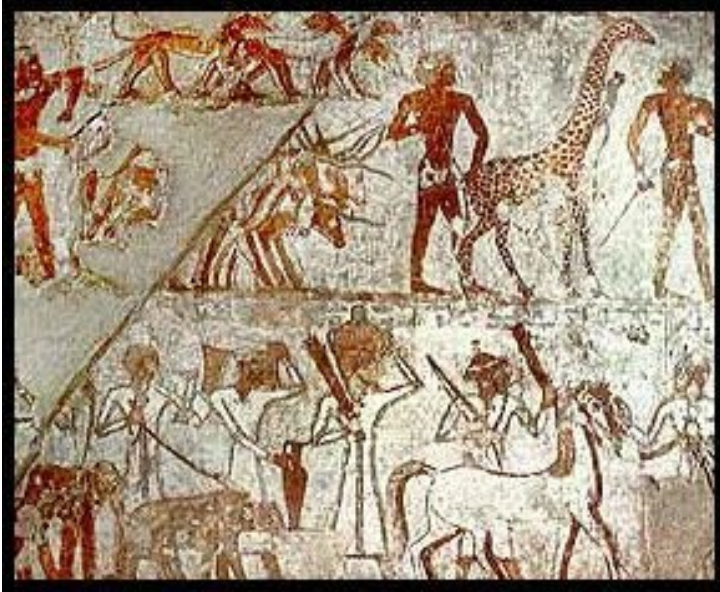


Εικόνα 20: Τοιχογραφία με Νούβιους να μεταφέρουν έβανο και χαυλιόδοντες, Θήβες, Τάφος του Rekhmire, 18^η Δυναστεία, Βασιλεία του Thutmose III και Amenhotep II. (Pulak 2008, 294).



Πίν.7

Εικόνα 21: Οι θέσεις στις οποίες ανακαλύφθηκε οστεολογικό υλικό από συριακό ελέφαντα. Χάρτης της Εγγύς Ανατολής με τη διανομή των θέσεων με οστεολογικά κατάλοιπα ελέφαντα. 1. Chatal Huyuk, 2. Sirkeli Hoyuk, 3. Tell Tainat, 4. Atchana-Alalach, 5. Ras Shamra, 6. Kamid el Loz, 7. Arslantepe, 8. El Quitar, 9. Munbaqa, 10. Tell Sabi Abyad, 11. Tell Sheikh Hamad, 12. Nimrud, 13. Nuzi, 14. Babylon, 15. Haft Tepe. (Becker 2015, 452).



Bible History Online

Εικόνα 22: Τοιχογραφία από τον τάφο του Rekhmire στις Θήβες, 18^η δυναστεία, κατά τις βασιλείες των Thutmose III και Amenhotep II, που απεικονίζει Σύριους να προσφέρουν ελεφαντόδοντο και έναν νεαρό ελέφαντα. Μητροπολιτικό Μουσείο Νέας Υόρκης. Δεξιά γραφική αναπαράσταση λεπτομέρειας. (Pulak 2008, 328).

Πίν.8



Εικόνα 24: Τρεις σκύλοι κυνηγούν αγριόχοιρο σε ένα φυσικό περιβάλλον με φυτά, ενώ το κεφάλι του ζώου τρυπιέται από εμπρός από ένα δόρυ. ΥΕ ΙΙΙΒ (13ος αι.).
 Πηγή: http://www.wikiwand.com/en/List_of_Aegean_frescos

Εικόνα 23: Μυκήνες Τάφος 518, 15-14^{ος} αι. π.Χ. Βρίσκεται στο Εθνικό Αρχαιολογικό Μουσείο Αθήνας. Στη Γραμμική Β εμφανίζεται σαν ιδεόγραμμα και με τη λέξη ko-tu (κόρυς), (Morris 2008, 440).



Εικόνα 25: Πήλινη πινακίδα γραμμικής Β, Co 903, Κνωσός, 1450 π.Χ. Περιγράφει τοποθεσίες και σύνολα από διάφορα ζωντανά ζώα μεταξύ αυτών και δεκαεπτά κάπρων.

Πηγή: <https://drdudsdicta.com/2014/09/28/linear-b-decipherment-credit-where-credit-is-due/>

Πίν.9

Εικόνα 26: Σφραγίδες από την Κρήτη κατασκευασμένες από χαυλιόδοντες υποπόταμου, που χρονολογούνται από την EM III έως τη MM I περίοδο, (Flouda 2013, 150).



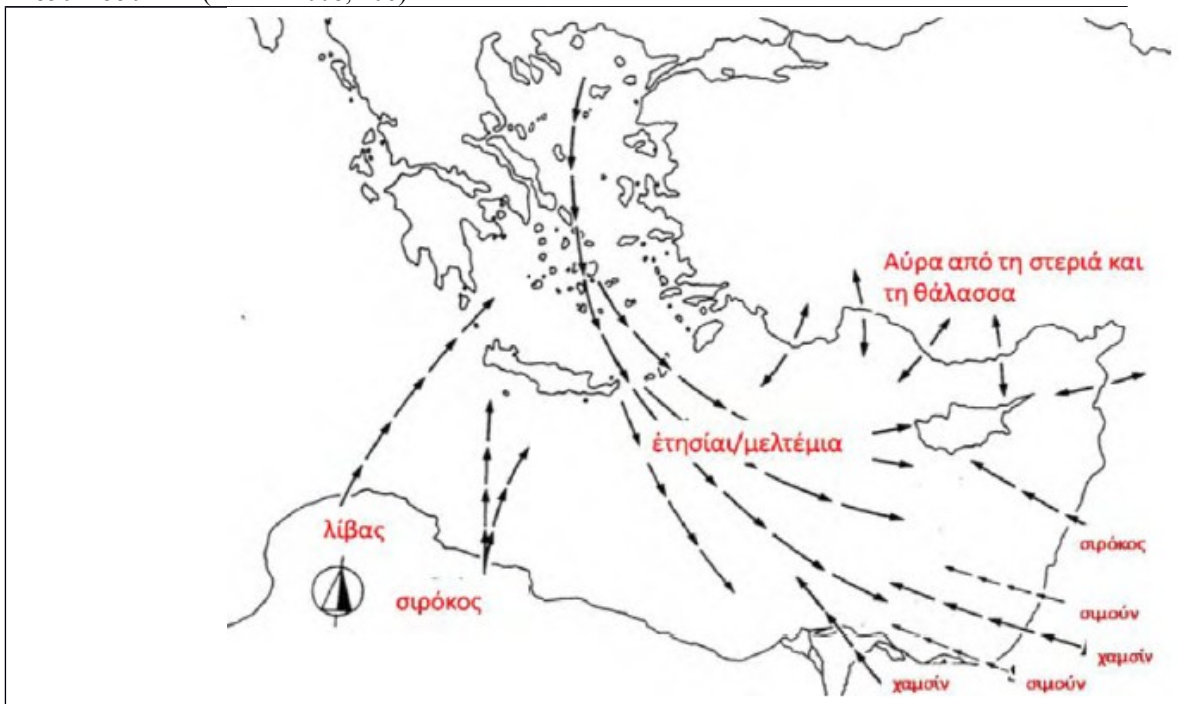


Εικόνα 27: Λεπτομέρεια από χρυσό θωρακικό στολίδι με ανθρώπινες μορφές στα δύο άκρα και κρεμαστούς δίσκους. Από το θησαυρό της Αίγινας. Τα μάτια ήταν αρχικά ένθετα περ. 1850 -1550 π.Χ. (Benzel 2008, 106).



Εικόνα 28: Ένθετο από χαλίο ιπποπόταμου, 18^{ος} αι., ΜΕΧ, Μητροπολιτικό Μουσείο Νέας Υόρκης, Δωρεά Pratt. (Larsen 2008, 83).

Πίν.10



Εικόνα 29: Κυρίαρχοι άνεμοι κατά τη θερινή περίοδο στη λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου, (Αντύπας 2014, 167).



Εικόνα 30: Σμιλεμένα στα ιερογλυφικά σε ασβεστόλιθο τα ονόματα αιγιακών πόλεων στον ταφικό ναό στο Kom el-Hetan, (Cline and Stannish 2011).

Πίν.11



Εικόνα 31: Πίσω όψη ένθετου πινακιδίου, όπου διακρίνονται στρωματογραφικά οι επεμβάσεις του τεχνίτη. Μουσείο Λούβρου no. AO 11467, (Affari 2015, 66).



Εικόνα 32: Θήβες Αιγύπτου, τοιχογραφία που απεικονίζει τεχνίτες κατά την εργασία τους, στον τάφο του Menkheperreseneb. Ανάμεσα στο πλήθος επγγελματιών διακρίνεται επεξεργασία ελεφαντόδοντου. <http://www.gettyimages.com/detail/news-photo/egypt-thebes-luxor-sheikh-abd-al-qurna-tomb-of-high-priest-news-photo/88700611#egypt-thebes-luxor-sheikh-abd-al-qurna-tomb-of-high-priest-of-amon-picture-id88700611>.

Πίν.12



Εικόνα 33: Δοκιμές επεξεργασίας σύγχρονου ελεφαντόδοντου με αρχαίες τεχνικές, (Steguweit 2015, 317).



Εικόνα 34: Ενδεικτικά κομμένα τμήματα από σύγχρονους χαυλιόδοντες.

Πηγή:

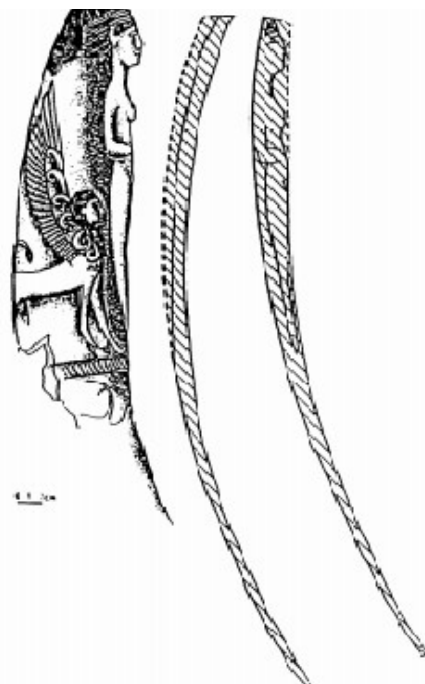
<http://www.kitchenknifeforums.com/showthread.php/6516-Press-funding-sale>



Εικόνα 35: Λεπτομέρεια από κομμένο χαυλιόδοντα, ιδανικό τμήμα για την κατασκευή κυλινδρικών πωξίδων από τον αρχαίο τεχνίτη. Από συλλογή Takaichi Shoten, Osaka. Φωτό από Chaiklin (2010, 539).



36α



36β

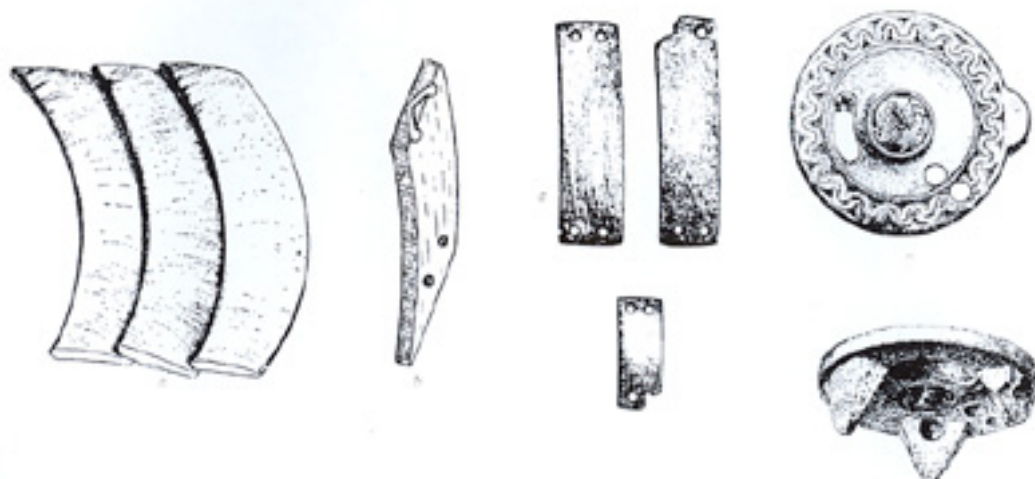
Εικόνα 36: Αριστερά στην 36^α, ανάγλυφη απεικόνιση σε αυτούσιο χαυλιόδοντα ελέφαντα. Ουγκαρίτ, Βασιλικό παλάτι, ΥΕΧ, Εθνικό Μουσείο Δαμασκού. Πηγή: Caubet 2008, 407. Δεξιά, γραφική αναπαράσταση της επιφάνειας που έχει σμιλευτεί στον χαύλιο. (Feldman 2002, 14).



Εικόνα 37: Προσωπείο από ελεφαντόδοντο ελέφαντα, τα ένθετα από ασβεστόλιθο και γύψο, από την Qatna, ΥΕΧ, Μουσείο Χομς, Συρία. Από το παλάτι της κάτω πόλης, πιθανόν ένθετο σε κάποιο ξύλινο έπιπλο που δεν σώθηκε. (Bonacossi-Morandi 2008, 234).

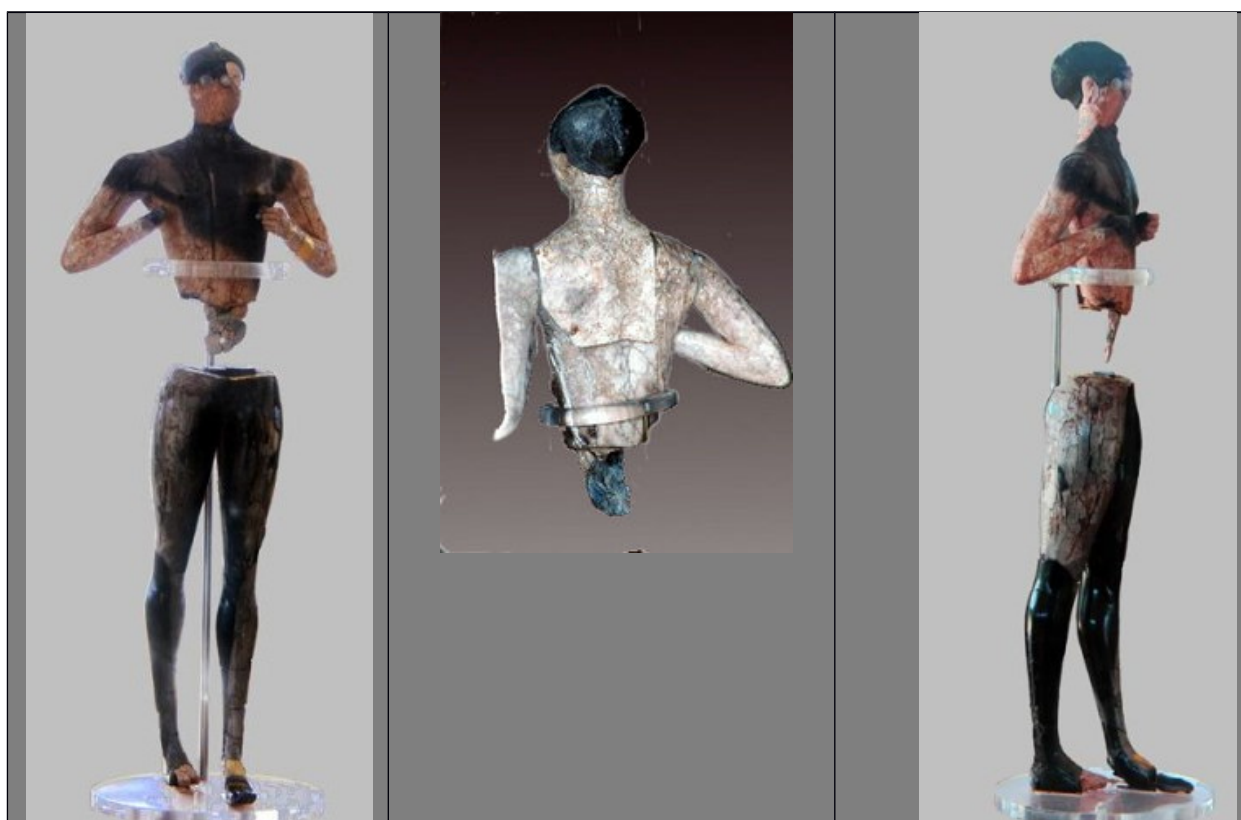


Εικόνα 38: Ολόγλυφο αγαματίδιο από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου, πιθανόν διακοσμητικό και πρακτικό στοιχείο επίπλου. 18^{ος} αι. π.Χ. Μητροπολιτικό Μουσείο Νέας Υόρκης, Δωρεά Pratt. (Larsen, 2008,83).



Εικόνα 39: Αρκετοί επεξεργασμένοι χαλίοι κάπρου και στοιχεία από το επάνω μέρος κράνους βρέθηκαν στους ταφικούς κύκλους των Μυκηνών. Τα άνω μέρη δείχνουν καθαρά τα σημεία σύνδεσης με το λοφίο στα οποία υπάρχουν υπολείμματα ξύλου. Οι πιο περίπλοκοι τύποι αυτών των κρανών ήταν πιο πιθανό να χρησιμοποιηθούν από τους πολεμιστές υψηλού επιπέδου που χρειάζονταν τουλάχιστον είκοσι έως σαράντα χαλίοι για να κατασκευάσουν ένα περίτεχνο κράνος.

Πηγή: <http://www.salimbeti.com/micenei/helmets1.htm>



Εικόνα 40: Ειδώλιο από ελεφαντόδοντο, σε τρεις προοπτικές, 1500-1450 π.Χ. από το Παλαίκαστρο. Αυτό που είναι αξιοσημείωτο γι' αυτό το ειδώλιο, ωστόσο, είναι το επίπεδο της ανατομικής ακρίβειας που εμφανίζει παρόλη την πολύ κακή κατάσταση διατήρησης.

Πηγή: <http://www.crete.tournet.gr/en/crete-guide/6-museums-in-crete/1235-archaeological-museum>



Εικόνα 41: Χαυλιόδοντες ελέφαντα από το παλάτι της Ζάκρου, που χρονολογούνται κατά την καταστροφή στην ΥΜ ΙΒ περίοδο, γύρω στο 1450 π.Χ. βρέθηκαν αποθηκευμένα μαζί με πλινθώματα χαλκού.
 Πηγή: <http://class.lism.catholic.edu.au/dvd/ahisthsc/HSC%20Minoans/site%20pages/801pottery.htm>



Εικόνα 42: Πίνακες για κρεβάτι, Ουγκαρίτ, Βασιλικό Παλάτι, Εθνικό Μουσείο Δαμασκού, ΥΕΧ. (Margueron 2008, 238).



Εικόνα 43: Πυξίδα με τη μορφή πάπιας από ελεφαντόδοντο, Ugarit ΥΕΧ. (Pulak 2008, 334).



Εικόνα 44: Η αρχαία μορφή μιας γυναίκας με εγγάρακτα χαρακτηριστικά, του πολιτισμού Badari (περ. 4000 π.Χ.), λαξευμένη από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου. Βρίσκεται στο Βρετανικό Μουσείο. Αυτό το είδος της μορφής βρίσκεται στις ταφές τόσο των ανδρών όσο και των γυναικών. Νο (ΕΑ 59648), Φωτ. από Bodak (2007).



Εικόνα 45: Το μαχαίρι Gebel el-Arak θεωρήθηκε αρχικά ότι είναι από το Gebel el-Arak, αλλά στην πραγματικότητα προέρχεται από την Αβύδο. Αρχικά θεωρήθηκε ότι η χειρολαβή κατασκευάστηκε από δόντι ιπποπόταμου, αλλά τώρα πιστεύεται ότι είναι κατασκευασμένο από ελεφαντόδοντο. Στο πίσω μέρος υπάρχει ένας κοχλίας με μια οπή μέσω της οποίας μπορεί να βιδωθεί ένα κορδόνι. Η λεπίδα είναι φτιαγμένη από πυριτόλιθο. Προορίζονταν προφανώς για σκοπούς προβολής ή για τελετουργικές τελετουργίες και όχι για χρήση σε μάχες. Η λεπίδα δεν παρουσιάζει καμία ένδειξη φθοράς. Βρίσκεται στο Μουσείο του Λούβρου, Νο E11517.

Πηγή:

<http://sumerianshakespeare.com/748301/748322.html>



Εικόνα 46: Λαβή από ελεφαντόδοντο από την Έγκωμη της ΥΕΧ (13-12^{ος} αι.).

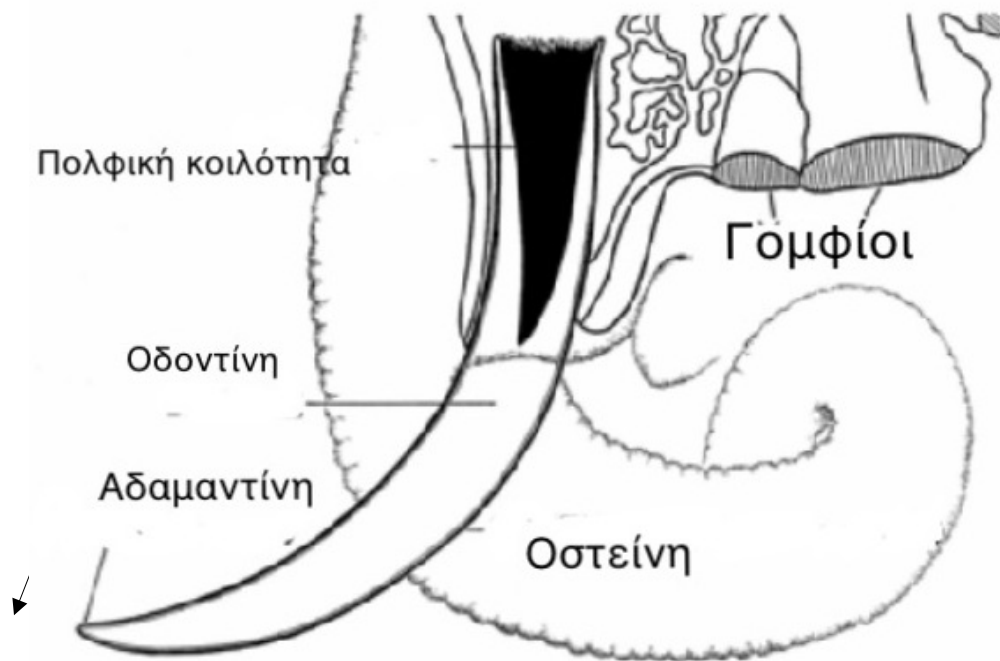
Βρίσκεται στο Βρετανικό Μουσείο του Λονδίνου, με Νο. 1897.4-1.872. Προφανώς θα ήταν μέρος ενός μπρούτζινου καθρέπτη. Παρουσιάζει μάχη μεταξύ ενός πολεμιστή με γρύπα κα από την άλλη μεριά μάχη λιονταριού με ταύρο. (Caubet 2008, 413).



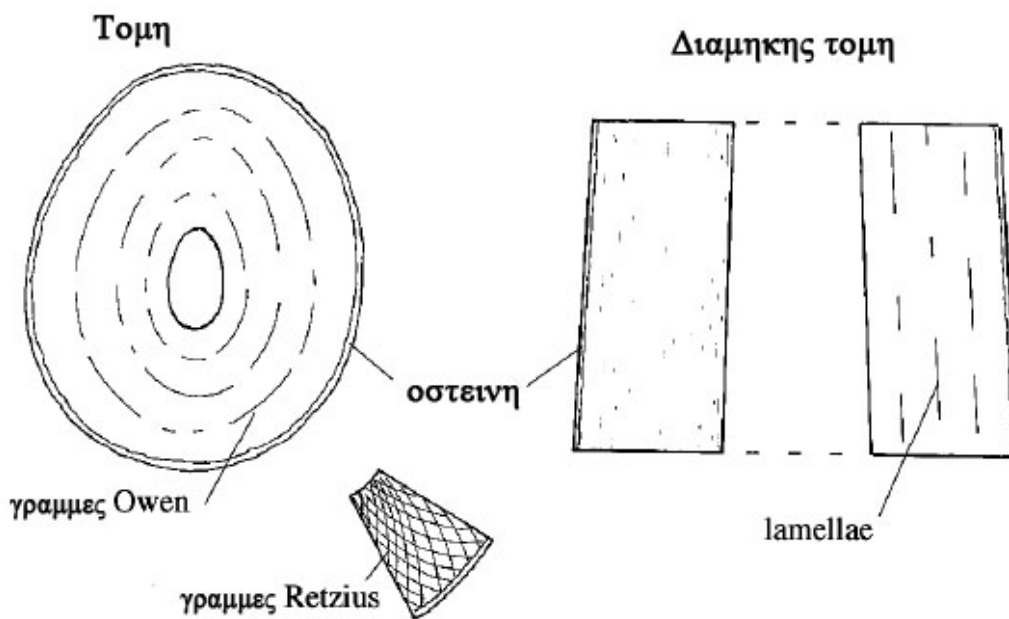
Εικόνα 47: Πηγάρια στο Halan Sultan Tekke απέδωσαν πολλά ακατέργαστα τμήματα ελεφαντόδοντου που προφανώς εισήχθησαν από κάπου αλλού για να επεξεργαστούν στην περιοχή. Το κυκλικό καπάκι πυξίδας βρέθηκε κατά τις ανασκαφές του Βρετανικού Μουσείου είναι διακοσμημένο με εγχάρακτη μορφή βοδιού σε όψη 3/4, (Nys, 2012, 61).



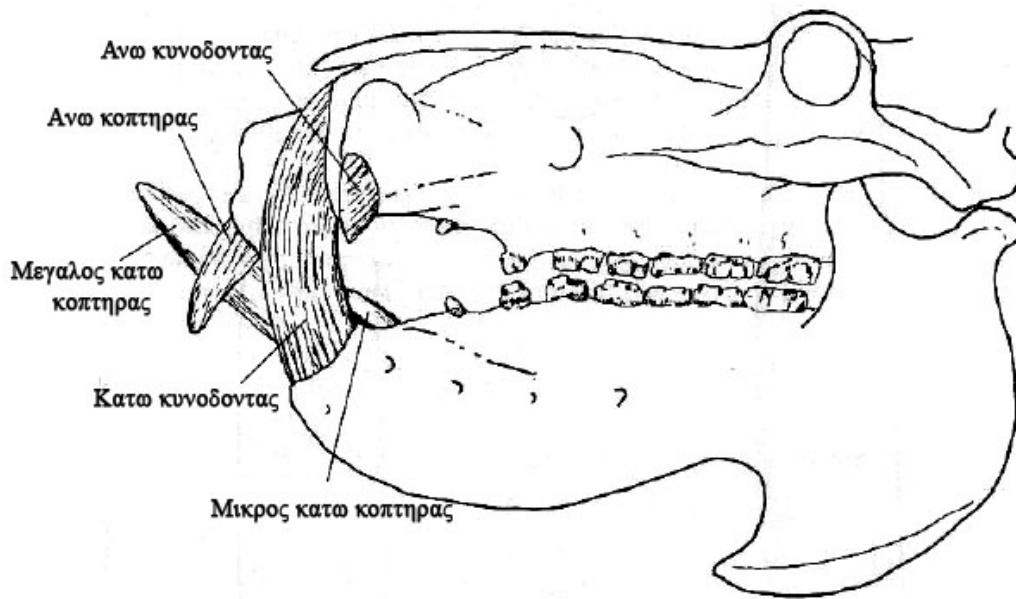
Εικόνα 48: Κουτί παιχνιδιού με απεικόνιση κυνηγιού, Έγκωμη, Τάφος 58, ύστερος 13^{ος} με 12^ο αι. Τα κομμάτια του παιχνιδιού πιθανόν ήταν μέσα στο κουτί. Παρόμοια παιχνίδια χρησιμοποιούνταν στην Υγ της 3^{ης} χιλιετίας και στην Αίγυπτο του Νέου Βασιλείου. (Caubet 2008, 412).



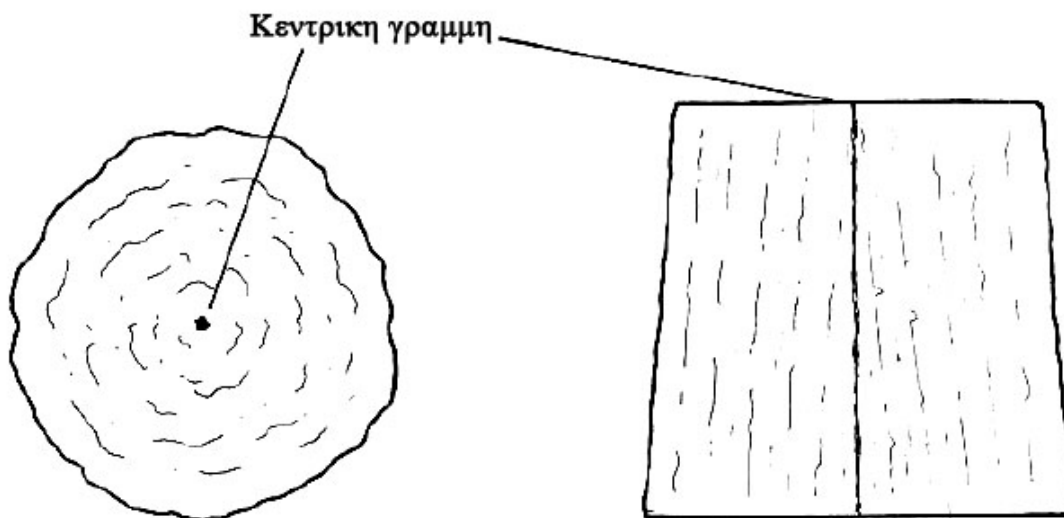
Εικόνα 49: Σχηματική απεικόνιση των βασικών χαρακτηριστικών από τα οποία αποτελείται ο χαυλιόδοντας ελέφαντα.



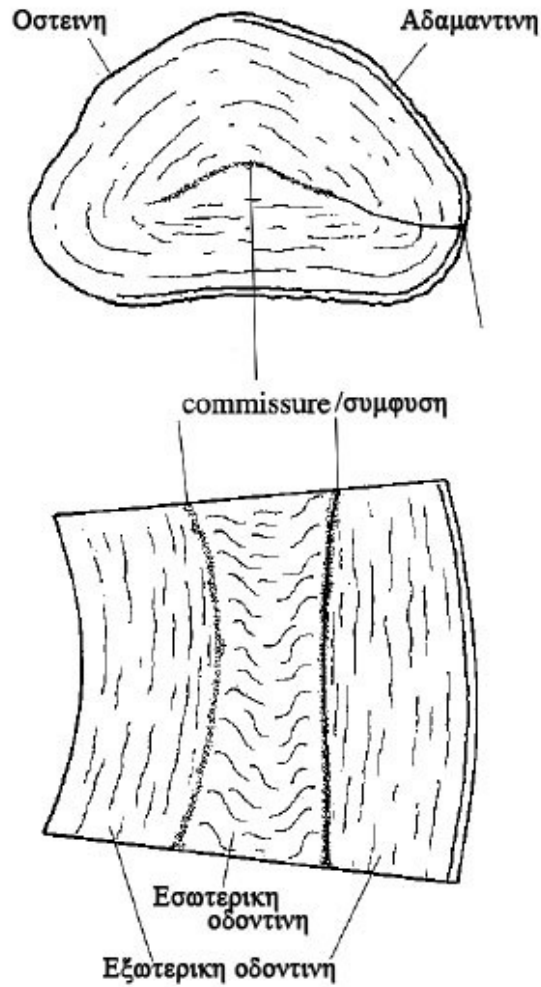
Εικόνα 50: Δομικά χαρακτηριστικά του ελεφαντόδοντου από ελέφαντα. Σε τομή αριστερά απεικονίζονται οι γραμμές του Owen, σε διαμήκη τομή δεξιά οι σχηματισμοί των lamellae και κάτω σε εγκάρσια τομή οι γραμμές Retzius. (Πηγή: Krzyszkowska 1990, 35, εκ. 13)



Εικόνα 51: Το κρανίο του ιπποπόταμου σε γράφημα όπου απεικονίζονται οι κοπτήρες και κυνόδοντες του θηλαστικού. (Πηγή: Krzyszkowska 1990, 39, εικ. 14)



Εικόνα 52: Κοπτήρες ιπποπόταμου που αποκαλύπτουν τους σχεδιασμούς των lamellae σε τομή αριστερά και σε διαμήκη τομή δεξιά. Πηγή: Krzyszkowska 1990, 41.



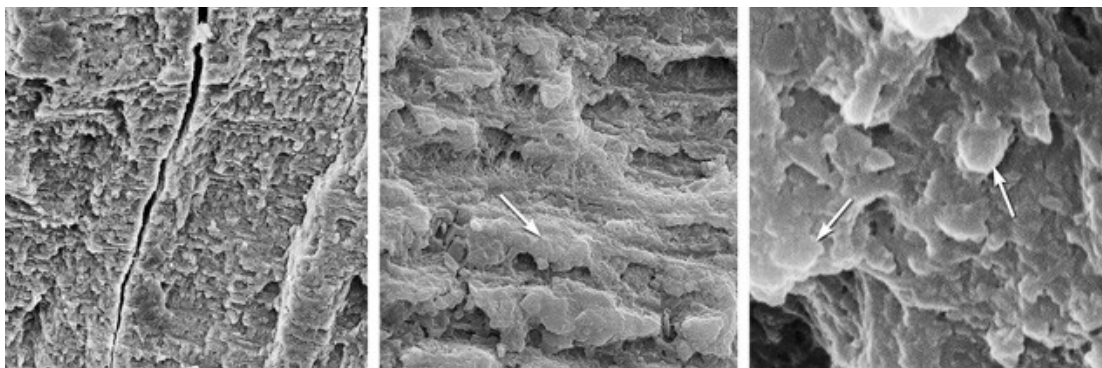
Εικόνα 53: Επάνω εικονίζεται σε τομή ο κάτω κυνόδοντας ιπποπόταμου και κάτω, σε διαμήκη τομή. (Πηγή: Krzyszkowska 1990, 45, εικ. 18).

Ανω κυνοδοντες

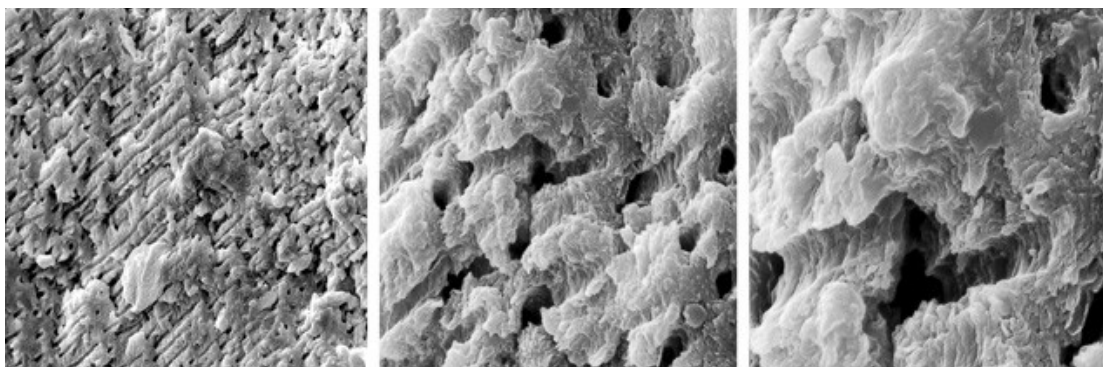


Κατω κυνοδοντες

Εικόνα 54: Οι χαρακτηριστικοί μεγάλοι άνω χάλιοι και οι κάτω μικρότεροι του κάπρου. Πηγή: http://www.skullsunlimited.com/record_family.php?id=90



Εικόνα 55: Η ελασματοειδής δομή ενός σύγχρονου δείγματος ελεφαντόδοντου ελέφαντα παρουσιάζεται σε μεγέθυνση $800 \times$ (αριστερά). Η δομή του δείγματος ελέφαντα ελεφαντόδοντου φαίνεται συμπαγής. Τα στρώματα του θραύσματος δείχνουν τη δομή του τρισδιάστατου ελέφαντα ελεφαντόδοντου (όπου δείχνουν τα βέλη) σε $3000 \times$ μεγέθυνση (στο κέντρο). Σε $24.000 \times$ μεγέθυνση (δεξιά), οι πλατείς κρύσταλλοι υδροξυαπατίτη στο μοντέρνο ελεφαντόδοντο παρουσιάζουν μια στρωτή δομή. (Yin et al. 2013)



Εικόνα 56: Σε $1000 \times$ μεγέθυνση (αριστερά), παράλληλα κανάλια είναι ορατά μέσα στο μαύρο στρώμα του δείγματος M1 από ορυκτά ελεφαντόδοντο. Υπάρχουν έως 20-30 κανάλια ανά cm^2 . Σε $5000 \times$ μεγέθυνση (κέντρο), τα κανάλια εμφανίζονται κυλινδρικά και σε σύντομα διαστήματα. Η μεγέθυνση $10.000 \times$ (δεξιά) δείχνει ότι πολλοί από τους κρυστάλλους στοιβάζονται. Τα κανάλια και οι οπές είναι κάθετες στους κρυστάλλους.



Εικόνα 57: Τμήμα απολιθωμένου χαυλιόδοντα μαμούθ σε τομή
<http://ignoringfriction.blogspot.gr/2008/12/should-woolly-mammoth-live-in-todays.html>



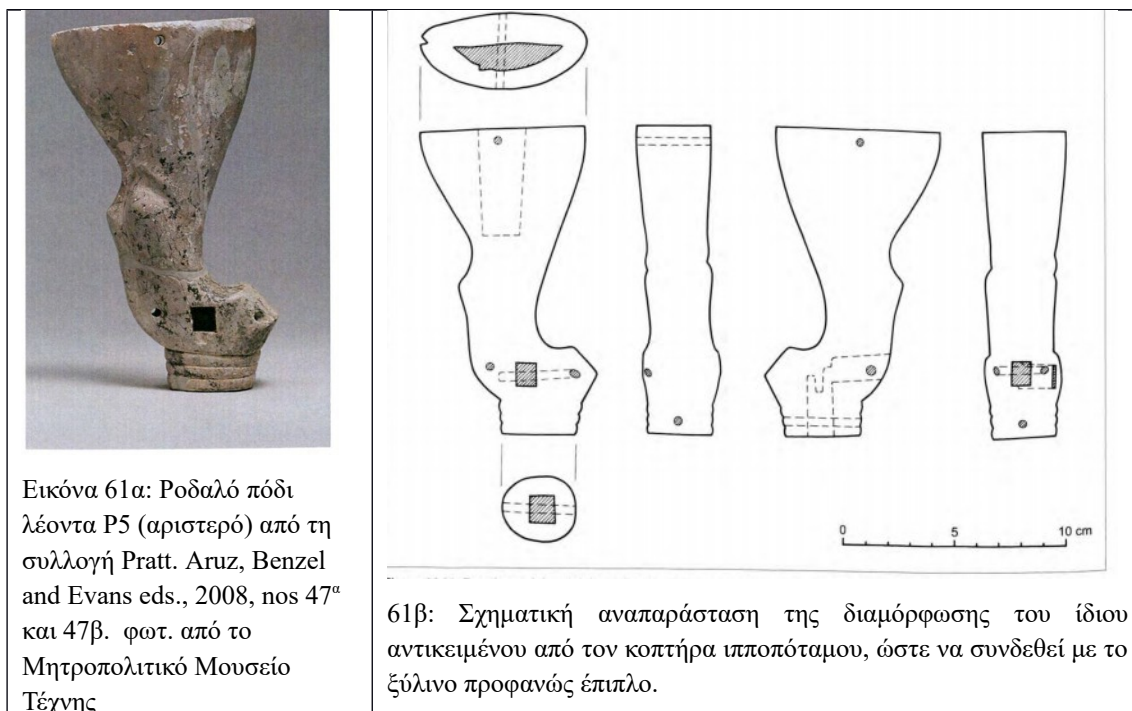
Εικόνα 58: Πυξίδα με ανάγλυφες σφίγγες, Θήβα 14-13^{ος} αι. Αρχαιολογικό μουσείο Θήβας. Έχει κατασκευαστεί από δύο τμήματα ελεφαντόδοντου, ένα για τον κορμό και ένα για τη βάση. Μια σειρά από οπές υποδεικνύει τη σύνδεση των δύο τμημάτων. Οριζόντιες οπές στις άκρες των φτερών δείχνουν τη σύνδεση με το καπάκι. (Aruz 2008, 144).

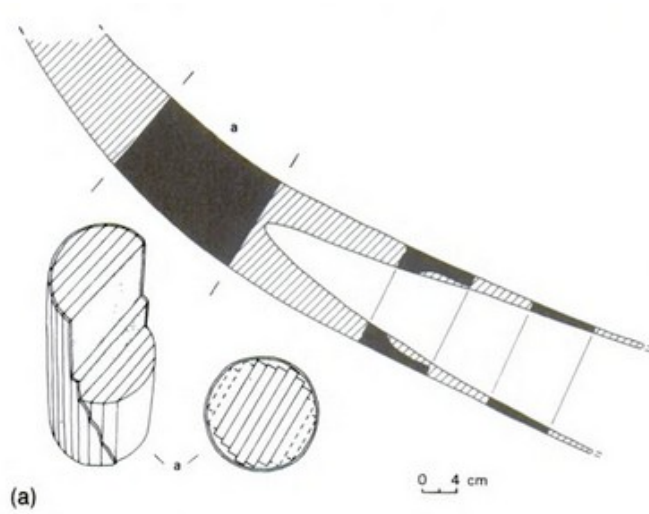


Εικόνα 59: Θήβα, 13^{ος} αι. Αρχαιολογικό μουσείο Θήβας, (Koehl 2008, 280).

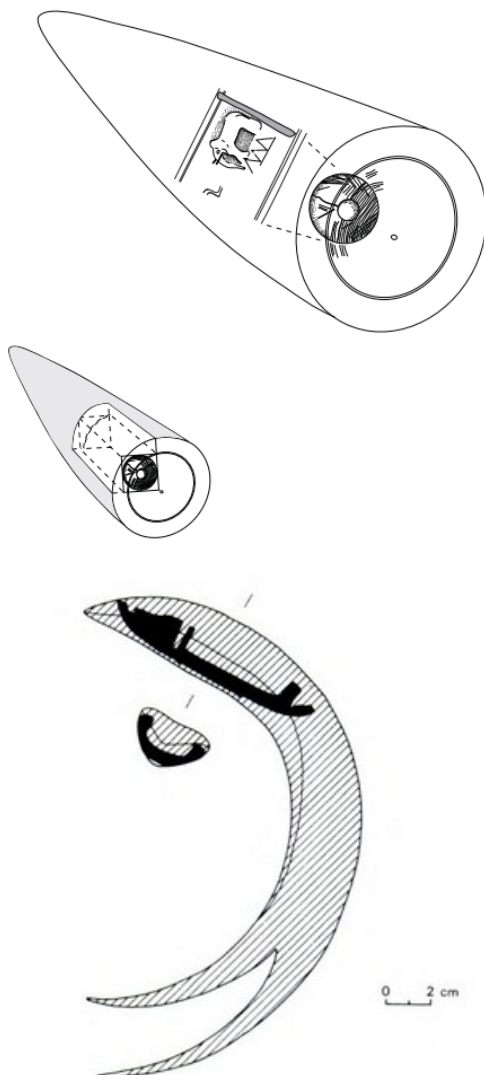


Εικόνα 60: Λεοντόμορφος δαίμονας από χαύλιο ιπποπόταμου. ΜΕΧ, περ. 18^{ος} αι. π.Χ. Βρίσκεται στο Μητροπολιτικό Μουσείο Νέας Υόρκης. (Larsen 2008, 87).



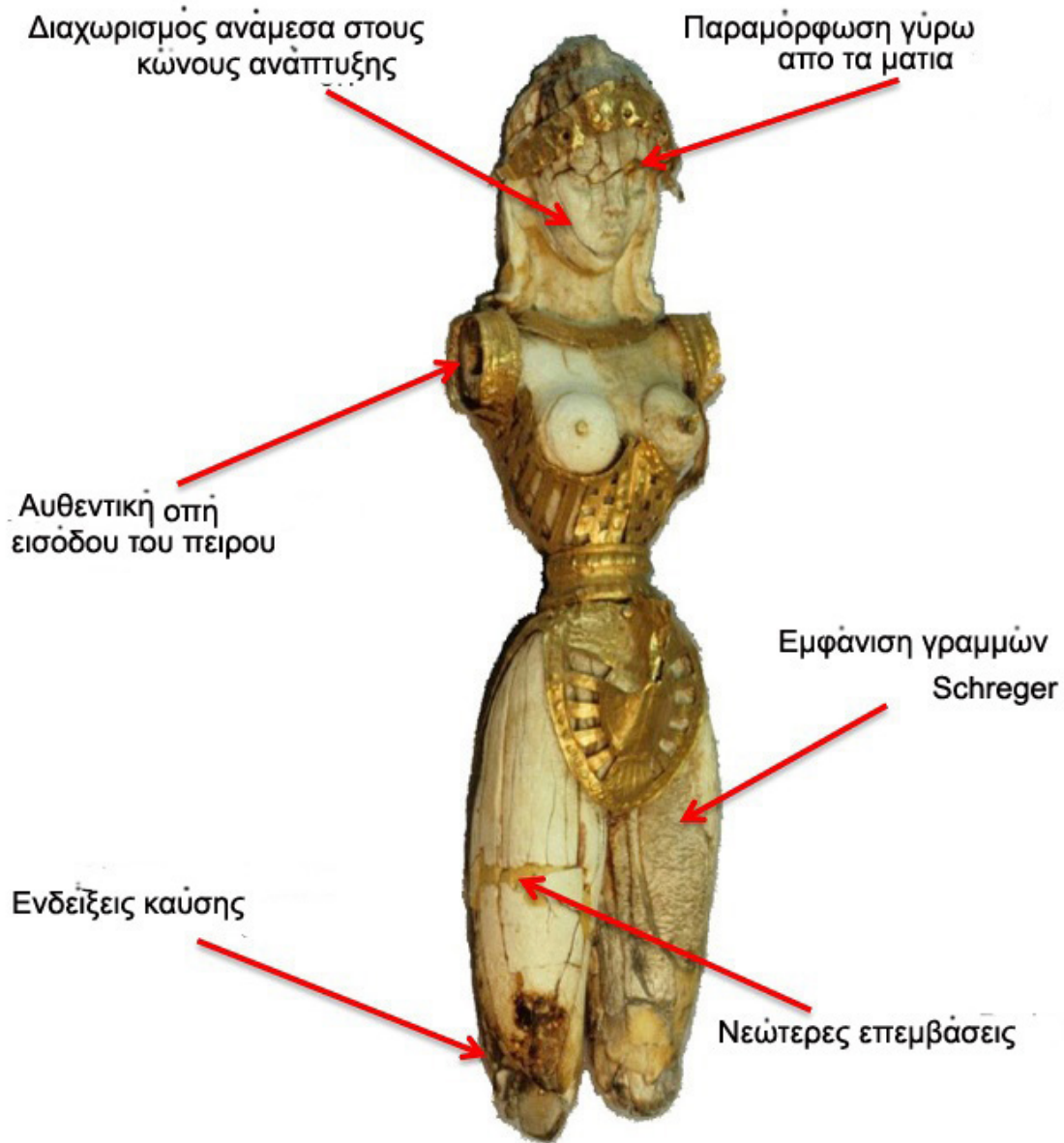


Εικόνα 63: Διάγραμμα που δείχνει τις κοπές σε ένα χαυλιόδοντα από ελέφαντα για τη δημιουργία πινακιδίων. Από τα μεγαλύτερα αυτά τμήματα προκύπτουν μεγαλύτερα αντικείμενα μεγαλύτερα αυτά τμήματα (Moorey 1999, 126).

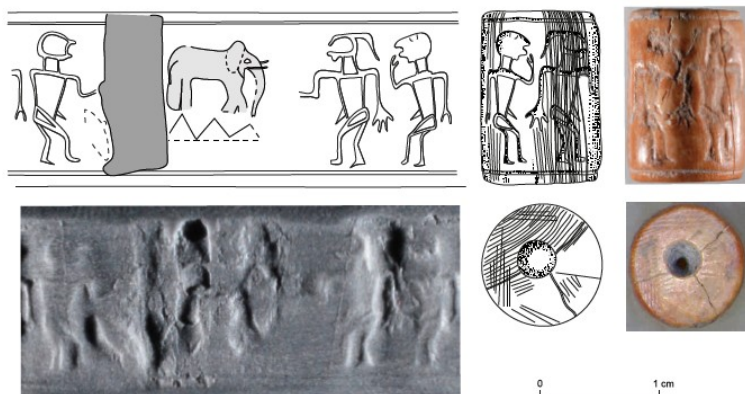


Εικόνα 64: Κυλινδρικός σφραγιδόλιθος κατασκευασμένος από κοπήρα ιπποπόταμου. Η κυλινδρική σφραγίδα που προκύπτει διατηρεί στο κέντρο της τη φυσική σπή της πολφικής κοιλότητας του κοπήρα. (Brandl 2013, 999).

Εικόνα 65: Διάγραμμα που δείχνει το σημείο στο χαύλιο ιπποπόταμου για την κατασκευή κοσμητικής πυξίδας με τη μορφή πάπιας, (Moorey 1999,126).



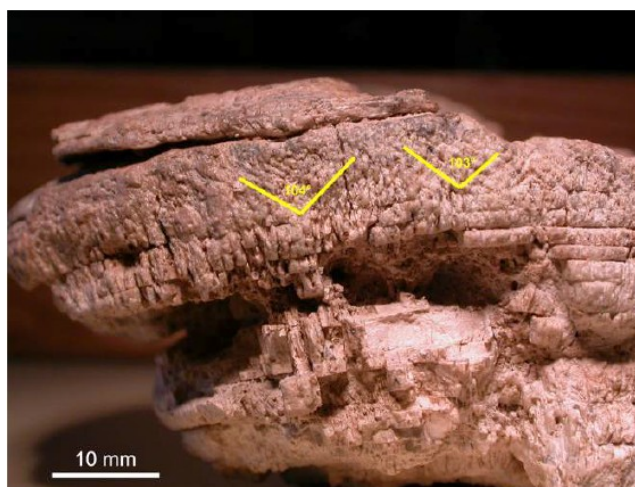
Εικόνα 66: Μινωίτισσα θεά που βρίσκεται στο Βασιλικό Μουσείο του Οντάριου. Αποτελεί μυστήριο αν πρόκειται για αυθεντικό ή πλαστό έργο. Η σχολαστική θεώρηση των εξωτερικών χαρακτηριστικών στοιχείων των έργων είναι απαραίτητη πριν από κάθε απόφαση για περαιτέρω φυσικοχημικές αναλύσεις. (Cooper and Fenn 2014).



Εικόνα 67: Κυλινδρική σφραγίδα από τη Μειγιδδώ, με αρ. 04/J/95/AR1, από τους κάτω μεγάλους κοπτήρες. Με βάση την εικονογραφία, η σφραγίδα τοποθετείται στη Νακάδα IIIA1 περίοδο (περ. 3380-3330 π.Χ.), (Brandl. 2013, 995).



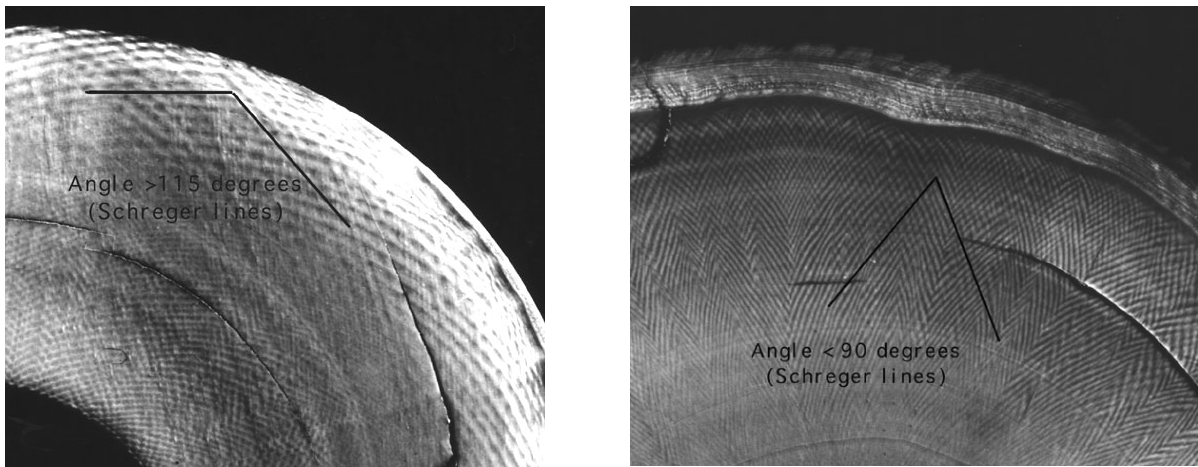
Εικόνα 68: Κεφαλή άνδρα από τις Μυκήνες, (1250-1180 π.Χ.) πρόκειται για ολόγλυφο γλυπτό, με ισχυρά χαρακτηριστικά προσώπου. Οι λεπτές αποφλοιώσεις από την κορδέλα και το πηγούνι της κεφαλής των Μυκηνών προκύπτουν από μια τέτοια διάσπαση.



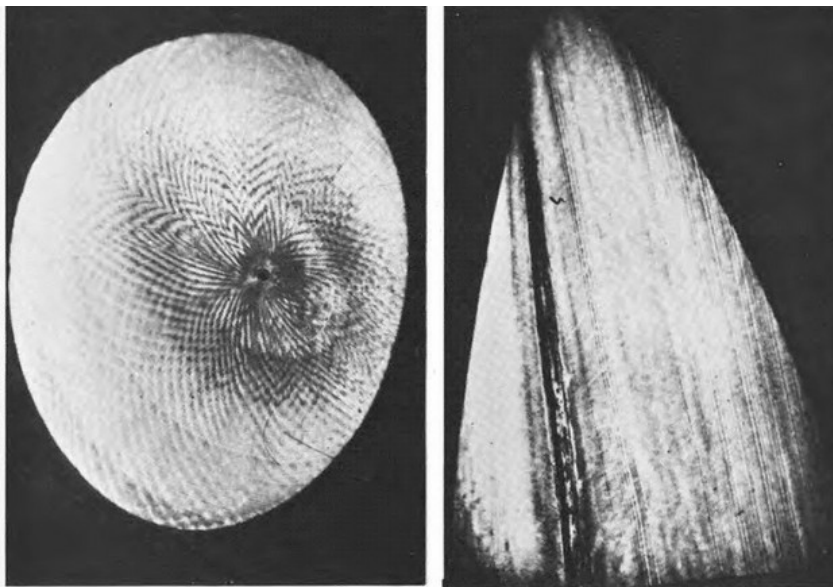
69β

Εικόνα 69: Αριστερά στην 69α, απεικονίζεται ολόγλυφο ασπιδόσχημο αντικείμενο με αρ. καταγραφής 52/375, από το προϊστορικό νεκροταφείο έξω από την Ακρόπολη των Μυκηνών της ΥΕ II περιόδου.

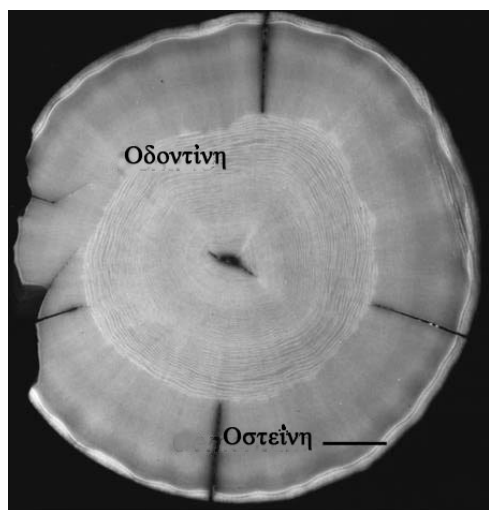
Στην εικόνα δεξιά φωτογραφία από οπτικό μικροσκόπιο που εμφανίζονται οι σχηματισμοί Schreger χαρακτηριστικό γνώρισμα των ελεφαντόδοντων από ελέφαντα. (Papazoglou-Mathioudaki 2012, 455-CVIII).



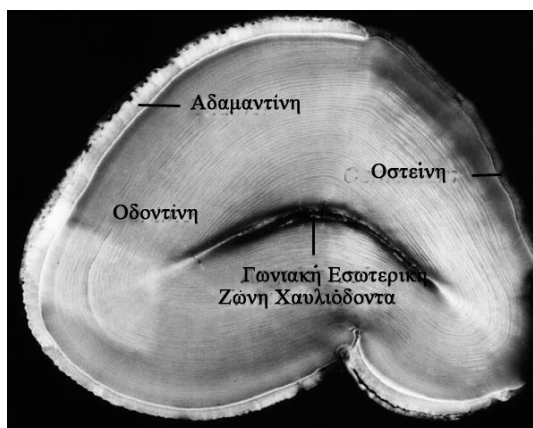
Εικόνα 70: Οι γραμμές Schreger στο ελεφαντόδοντο ελέφαντα αριστερά, έχουν γωνία πάνω από 115° . Προσεκτική θεώρηση στο κοντινότερο στο κέντρο τμήμα αποκαλύπτει μικρότερη από αυτούς τους βαθμούς γωνία. Οι γραμμές Schreger στο ελεφαντόδοντο μαμούθ είναι πολύ πιο σφιχτές σε όλο το μήκος και η γωνία είναι μικρότερη από 90 μοίρες όταν ο χαύλιος κοπεί κατευθείαν. Δυστυχώς, αν κόβεται σε γωνία, αυτό θα κάνει τις γραμμές να μοιάζουν περισσότερο με αυτές του ελεφαντόδοντου ελέφαντα. (Hornbeck 2015, 115).



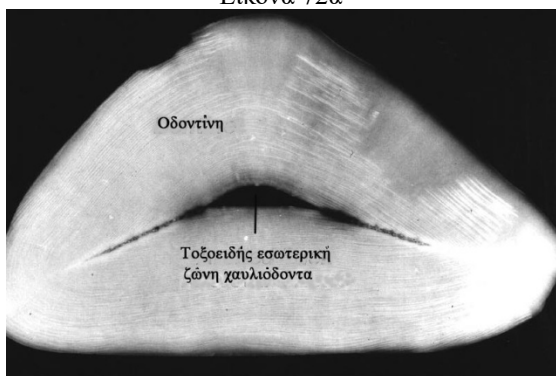
Εικόνα 71: Εγκάρσια και διαμήκης τομή ελεφαντόδοντου αφρικανικού ελέφαντα (κλίμακα περ. 2.5:1) πηγή Pitt Rivers museum, (MacGregor 1985, 19).



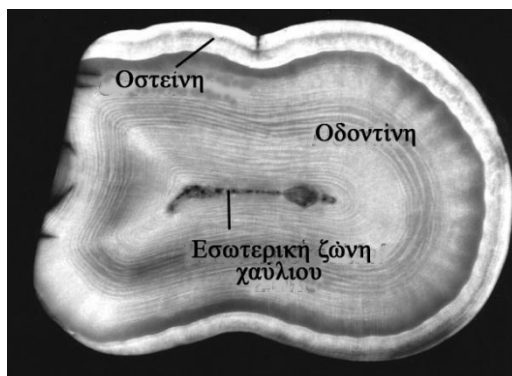
Εικόνα 72α



Εικόνα 72β



Εικόνα 72γ



Εικόνα 72δ

Εικόνα 71: Στην φωτο α, παρουσιάζεται ο κοπήρας ιπποπόταμου, στην β, ο άνω κυνόδοντας, στην γ, ο κάτω κυνόδοντας και στην δ, η τομή από τον χαύλιο του κάπρου.

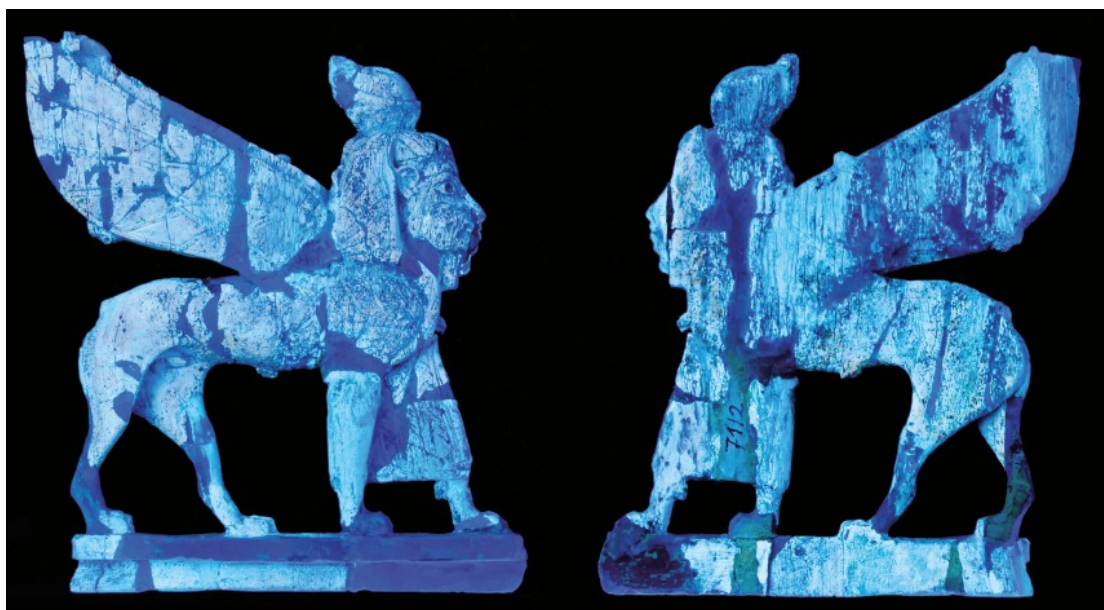
Πηγή: https://www.fws.gov/lab/ivory_natural.php



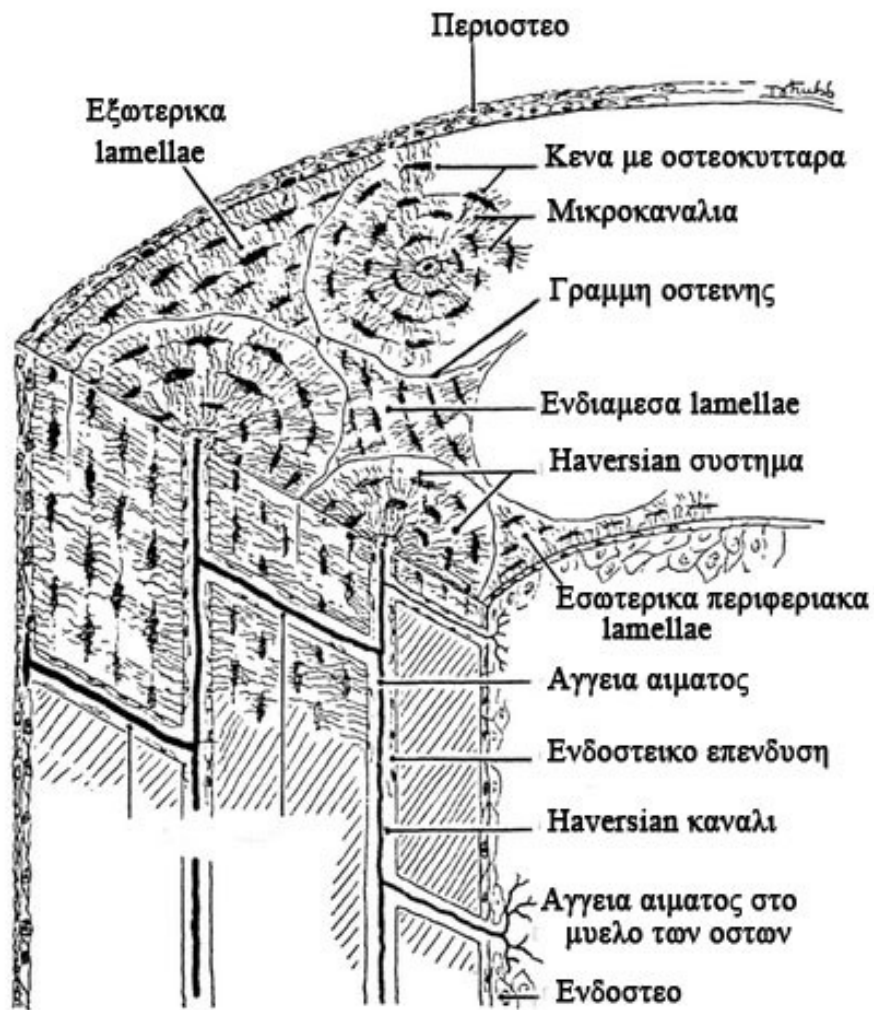
Εικόνα 73: Πρόσωπο γυναίκας ή θεάς από ελεφαντόδοντο ιπποπόταμου. Αίγυπτος, Νέο Βασίλειο. Μπροστινή και πίσω επιφάνεια ένθετου αντικειμένου σε έπιπλο. Η προέλευση του υλικού αναγνωρίζεται καθώς δεν εμφανίζει τις χαρακτηριστικές γραμμές του ελεφαντόδοντου από ελέφαντα, αλλά παρουσιάζει τις χαρακτηριστικές γραμμές σύμφυσης του ιπποπόταμου. Βρίσκεται στο Μουσείο Petrie με αρ. UC58838.



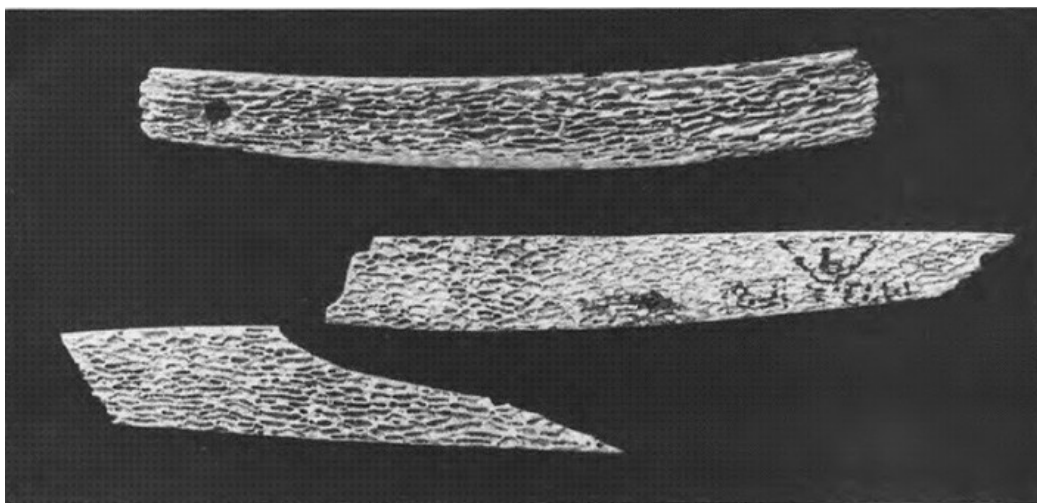
Εικόνα 74: Κανονικός φωτισμός αντικειμένων από τις ανασκαφές στο Arlan Tash και βρίσκονται στο Μουσείο Badisches Landesmuseum Karlsruhe no. 71/2.



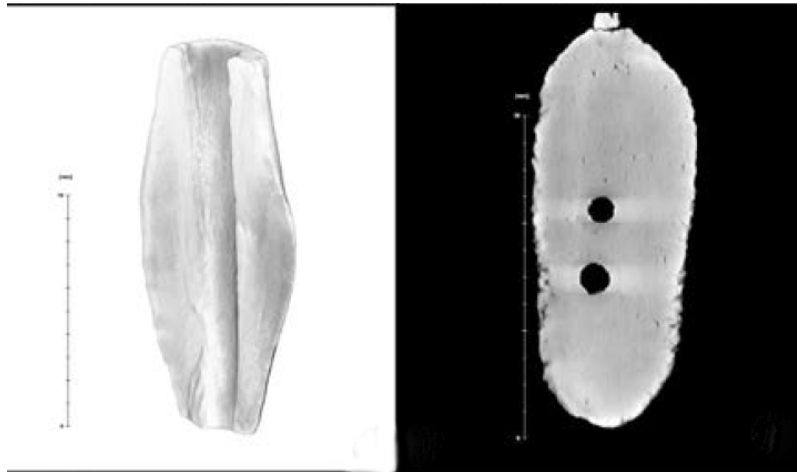
Εικόνα 75: UV φωτισμός του παραπάνω αντικειμένου. Κάτω από την ακτινοβολία το οργανικό υλικό είναι λευκό, ενώ το ανόργανο απορροφάει ακτινοβολία και φαίνεται μαύρο. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι κυρίως χρήσιμα για την αναγνώριση προηγούμενων επεμβάσεων συντήρησης. Η UV ακτινοβολία επίσης ενισχύει την εμφάνιση αρχαίων χρωστικών και την ανάγνωση της κατάστασης διατήρησης του αντικειμένου, (Affani 2015, ,62).



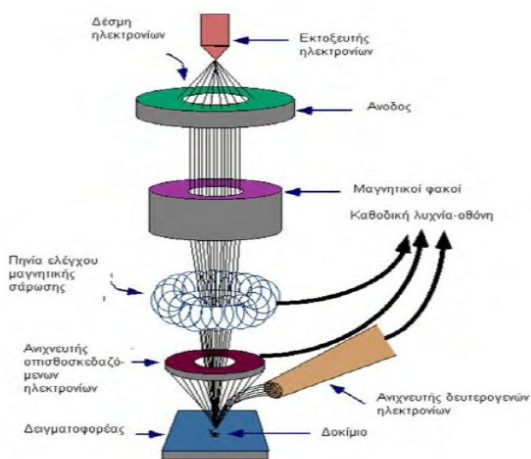
Εικόνα 76: Τριών διαστάσεων διάγραμμα που απεικονίζει τα δομικά στοιχεία ενός άξονα από μακρύ οστό. Στην πραγματικότητα πολλά Haversian συστήματα καταλαμβάνουν τις περιοχές που υποδεικνύονται. (MacGregor 1985, 6).



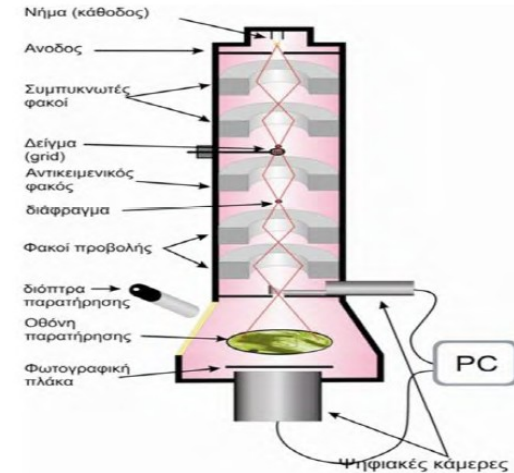
Εικόνα 77: Θραύσματα χτένας κατασκευασμένης από οστά (πίσω όψη). (MacGregor 1985, 10).



Εκόνα 78: Micro-CT ανάλυση που δείχνει στην αριστερή εικόνα την ανάπτυξη της οδοντίνης και την κυλινδρική διάτρηση μιας χάντρας. (Liesau 2011, 383-4).



Εικόνα 79: Σχηματικό διάγραμμα ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης (SEM). (Αγγελοπούλου 2012, 71).



Εικόνα 80: Σχηματική παράσταση ενός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης. (Αγγελοπούλου, 2012, 73).



Εικόνα 81: Ιχνη αργύρου ανακλύφθηκαν στο σώμα του γερακιού της συλλογής Pratt αν και δεν αποδεικνύεται αν προέρχεται από επικάλυψη ή από κάποιο λιωμένο γειτνιαζόν υλικό. (Simpson 2013, 257-8).

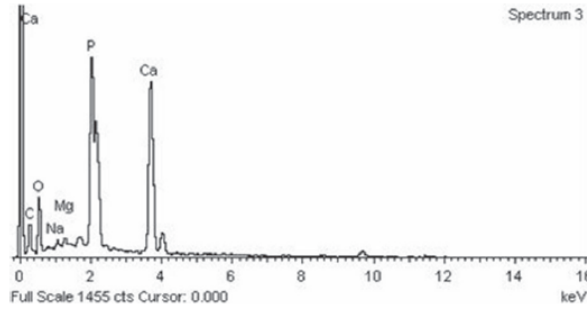
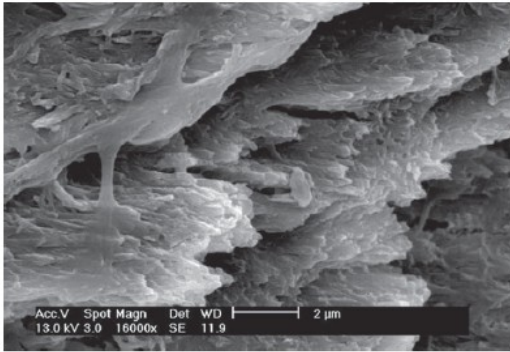
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ				
	ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΕΛΛΑ ΔΑ	ΑΝΑΤΟΛΙΑ	ΚΡΗΤΗ	ΑΙΓΥΠΤΟΣ
2800	ΠΕ I		ΠΜ I (Προανακτορική)	Αρχαϊκή περίοδος I-II Δυν.
2700				Αρχαίο Βασίλειο III-VI Δυν.
2600				
2500				
2400	ΠΕ II		ΠΜ II (Προανακτορική)	
2300				
2200	ΠΕ III		ΠΜ III (Προανακτορική)	1η Ενδιάμεση περίοδος VII-X Δυν.
2100				Μεσαίο Βασίλειο XI-XII Δυν.
2000				
1900				
1800	ME I	Αρχαίες εμπορικέ ς Ασσυρια κές Αποικίες	MM I Παλαιοανακτορική I	
1700	ME II		MM II Παλαιοανακτορική II	
1600	ME III	Αρχαίο βασίλειο Χετταίων	MM III Νεοανακτορική I	2η Ενδιάμεση περίοδος (Υκσώς) XIII-XVII Δυν.
1575				
1550	YE I	Μέσο βασίλειο	YM IA Νεοανακτορική II	Νέο Βασίλειο XV III-XX Δυν. Αμάρνα (1364-1347)
1500				
1450	YE II	Νέο βασίλειο Χετταίων (Χεττιτικ ή αυτοκρατ ορία)	YM IB Νεοανακτορική II	
1400			YM II Νεοανακτορική II	
1375	YE III A1	Βασίλειο Λυδίας	YM IIIA	
1300	YE III A2		YM IIIB	
1225	YE III B1		YM IIIΓ	
1190	YE III B2		Υπομινωική περίοδος	
1170	YE III Γ1			
1100	YE III Γ2			
1050	YE III Γ3			
1000	Υπομυκηναϊκή περίοδος			

Στοιχείο	Αφρικανικός ελέφαντας	Ασιατικός ελέφαντας
Sodium (mg %)	0.56 ± 0.22	0.56 ± 0.03
Potassium (mg %)	0.11 ± 0.29	0.19 ± 0.02
Calcium (mg %)	12.93 ± 0.29	12.72 ± 0.75
Magnesium (mg %)	1.58 ± 0.03	1.67 ± 0.09
Inorganic phosphate (mg %)	9.88 ± 0.03	9.53 ± 0.46
Manganese (ppm)	46.62 ± 3.53	45.03 ± 4.60
Zinc (ppm)	28.35 ± 2.59	34.64 ± 2.81
Iron (ppm)	167.13 ± 26.90	202.33 ± 26.52
Copper (ppm)	1.90 ± 0.57	12.51 ± 0.53

Πίνακας 2: Η μέση στοιχειώδης σύνθεση του ελεφαντόδοντου του ινδικού και αφρικανικού ελέφαντα από μια γενική έρευνα που διεξήχθη από τους Sreekumar και Nirmalan (1989). Η ανόργανη σύνθεση εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη διατροφή του ελέφαντα, παρόλο που σημαντικό ρόλο παίζουν επίσης η ηλικία, ο βιότοπος και ο μεταβολισμός του ζώου. Αυτή η σύνθεση είναι, εξάλλου, σταθερή μετά τον σχηματισμό και δεν υπόκειται σε αναδιαμόρφωση, όπως στα οστά. Τα ιχνοστοιχεία όπως το στρόντιο δεν αναφέρονται. (Lafrenz 2007, 14).

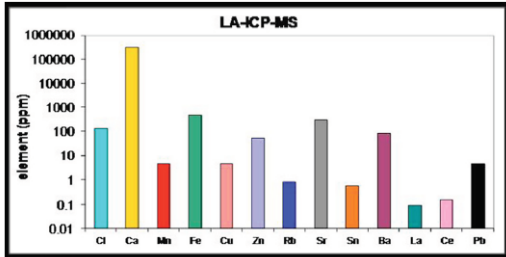
300° F/149° C	Λευκό
400° F/204° C	Φωτεινό κίτρινο
500° F/260° C	Καστανό
600° F/316° C	Σκούρο καστανό
1100° F/593° C	Μαύρο
1200° F/649° C	Σκοτεινό μπλε-σταχτί
1400° F/760° C	Φωτεινό μπλε-σταχτί
1500° F/816° C	Λευκό
1600° F/871° C	Λευκό

Πίνακας 3: Οι διαφορετικές αποχρώσεις που εμφανίζονται στο ελεφαντόδοντο έπειτα από τεχνητές δοκιμές που εφαρμόστηκαν από τον Norbert Bear στο Κέντρο Συντήρησης του Ινστιτούτου του Πανεπιστημίου Καλών Τεχνών της Νέας Υόρκης, (Burack 1984, 49-50).



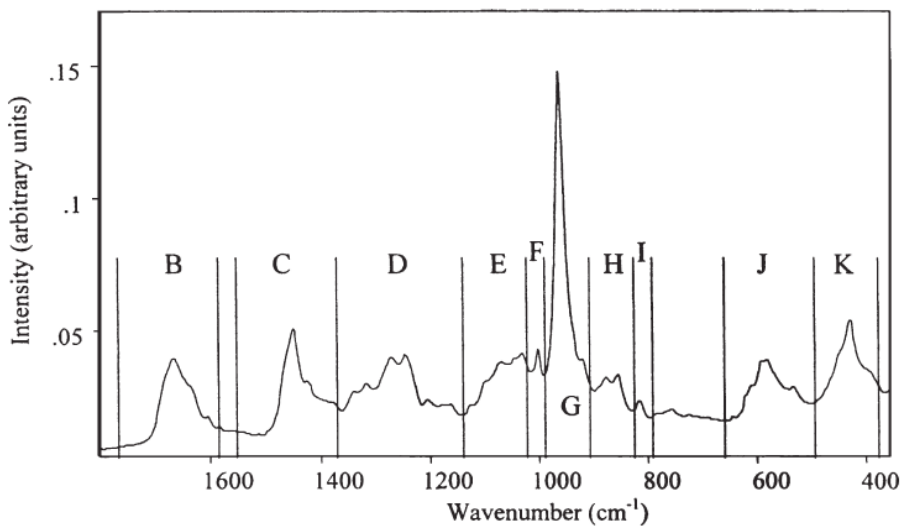
4β

4α

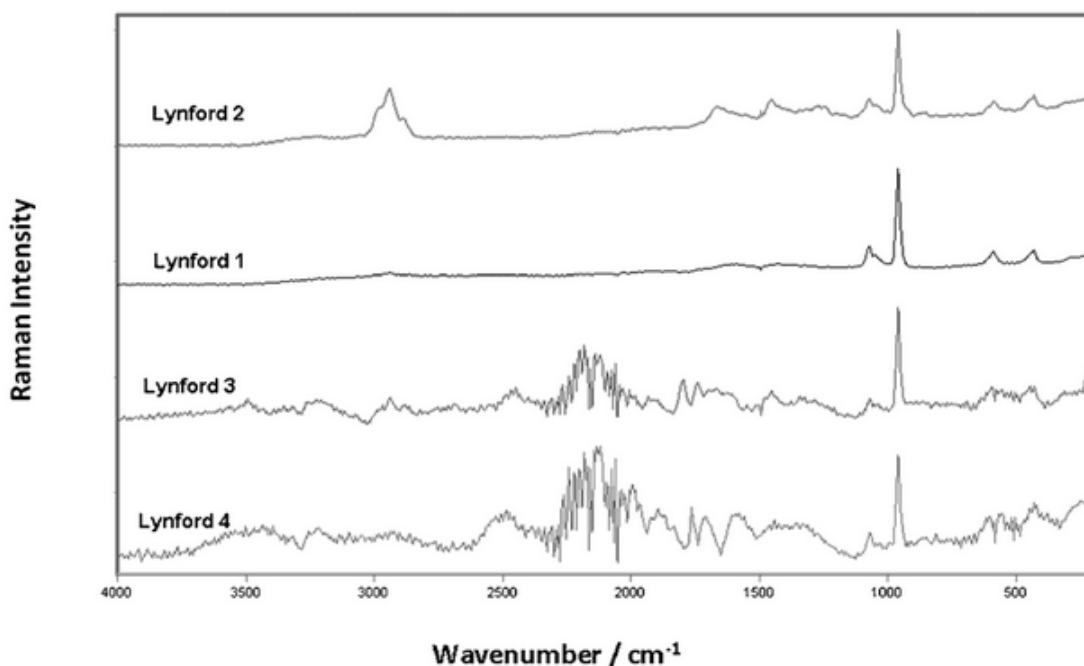


4γ

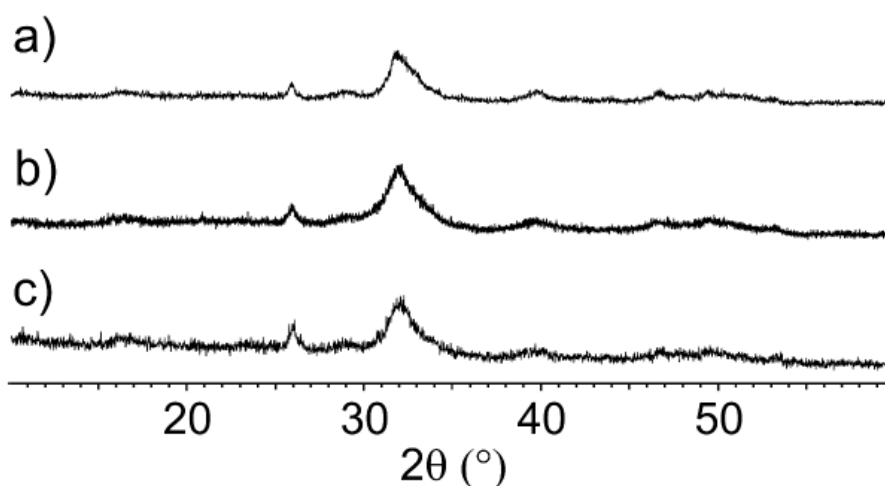
Πίνακας 4: Το ινώδες πρότυπο του υδροξυαπατίτη στα συγκεκριμένα δείγματα ελεφαντόδοντου μεγεθύνθηκαν με SEM. Εκτός αυτού, οι χημικές συνθέσεις παρατηρήθηκαν με την EDS όπως φαίνεται στο Σχήμα 4β. Υπάρχουν τα στοιχεία Ca, C, O, Na, Mg, Si, Al, and P. Τα ιχνοστοιχεία είκοσι δύο δειγμάτων από ελεφαντόδοντο αναλύθηκαν με την LA-ICP-MS. Τα δείγματα στο σχήμα 4γ, χαρακτηρίστηκαν από Cl, Mn, Fe, Cu, Zn, Rb, Sr, Sn, Ba, La, Ce and Pb (Wathanakul et al., 2010). Η συγκέντρωση σε Cl είναι υψηλότερη από εκείνη που ανέφεραν για τον αφρικανικό και ασιατικό ελέφαντα, οι Jacob et al., 2008. (Boonmee et al. 131 -133).



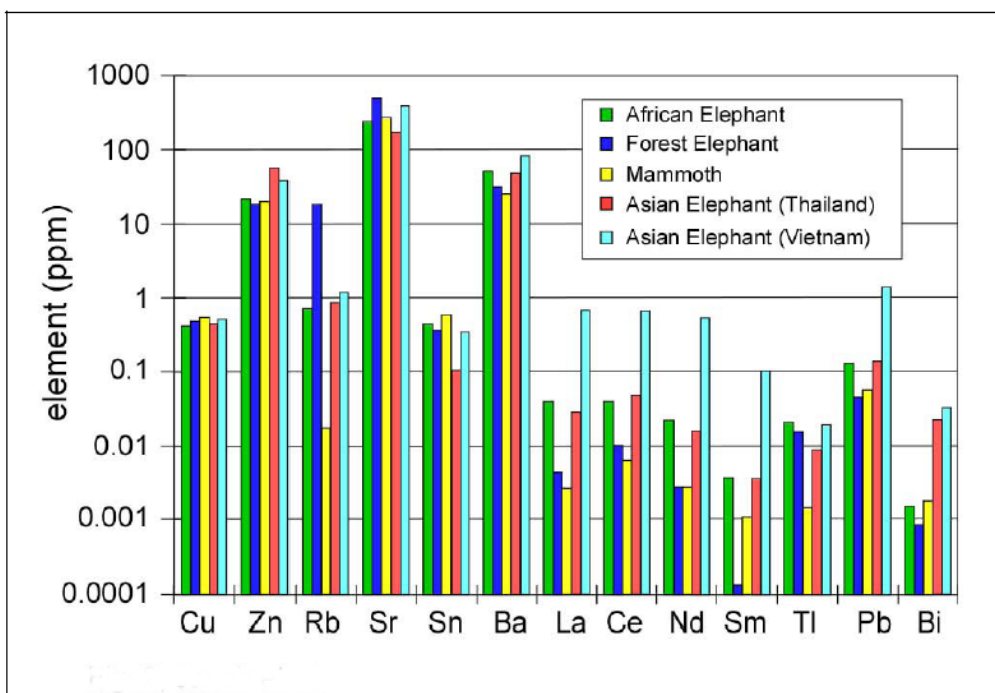
Πίνακας 5: Μοριακή ανάλυση με απορρόφηση και Raman spectroscopy, όπου διακρίνονται τα FTRS φάσματα διαφόρων ελεφαντόδοντων. Τα γράμματα δείχνουν περιοχές του φάσματος που ποσοτικοποιήθηκαν για τη διάκριση μεταξύ ελεφαντόδοντου από διαφορετικά είδη. Νεώτερες εργασίες, με μεγαλύτερο αριθμό δειγμάτων ελέγχου και πιο λεπτομερές χημειομετρικό πρωτόκολλο (Brody 2000), πρότειναν ότι αυτή η διάκριση δεν ήταν τόσο σταθερή, όσο είχε αρχικά θεωρηθεί. Πολλαπλά δείγματα χαυλίων και ελεφαντόδοντου από έξι είδη (αφρικανικός ελέφαντας, ασιατικός ελέφαντας, ιπποπόταμος, θαλάσσια φάλαινα, φάλαινα σπέρματος και μαμούθ, καθώς και μοντέρνα οστά από βοοειδή, χοίρους και πρόβατα) αναλύθηκαν με FTRS. Τα φάσματα ποσοτικοποιήθηκαν σε 22 σημεία. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων έδειξε ότι δεν υπήρχε οπτική διαφορά μεταξύ των φασμάτων από την οδοντίνη κάθε είδους, αν και αυτά των θαλάσσιων θηλαστικών ήταν διακριτά από τα χερσαία είδη. (Pollard et al. 2007, 91).



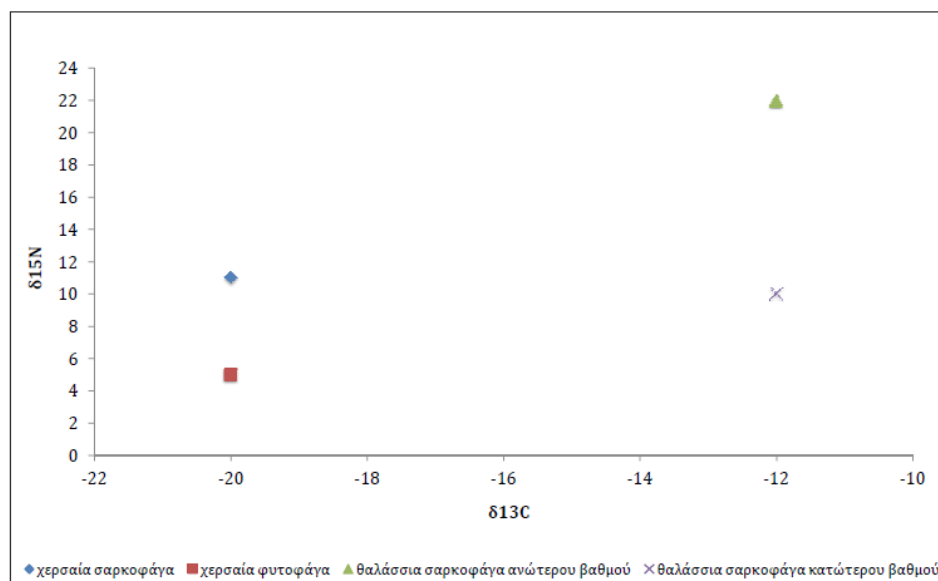
Πίνακας 6: Εικόνα Raman φάσματος αρχαιολογικού ελεφαντόδοντου, που δείχνει το υπόβαθρο των εκπομπών προερχόμενο από προϊόντα αποδόμησης και φθορισμού. Το Lynford 1 δείχνει ένα αρκετά καλά διατηρημένο οργανικό συστατικό με όλα τα κύρια χαρακτηριστικά που υπάρχουν, το Lynford 2 στερείται σχεδόν οργανικού συστατικού φασματοσκοπικά, αλλά η φασματική ποιότητα δείχνει ότι τα χαρακτηριστικά της ανόργανης μήτρας εξακολουθούν να είναι καλά καθορισμένα. Σε αντίθεση, τα Lynford 3 και 4 δίνουν πολύ θορυβώδη φάσματα με την απουσία οργανικού συστατικού και η εκπομπή στο πίσω μέρος είναι τέτοια που να διακυβεύεται η αναγνώριση των ανόργανων χαρακτηριστικών. Ωστόσο, όλα αυτά τα δείγματα προέρχονται από τον ίδιο αρχαιολογικό χώρο και έχουν την ίδια ηλικία. (Edwards and O'Connor 2012, 462).



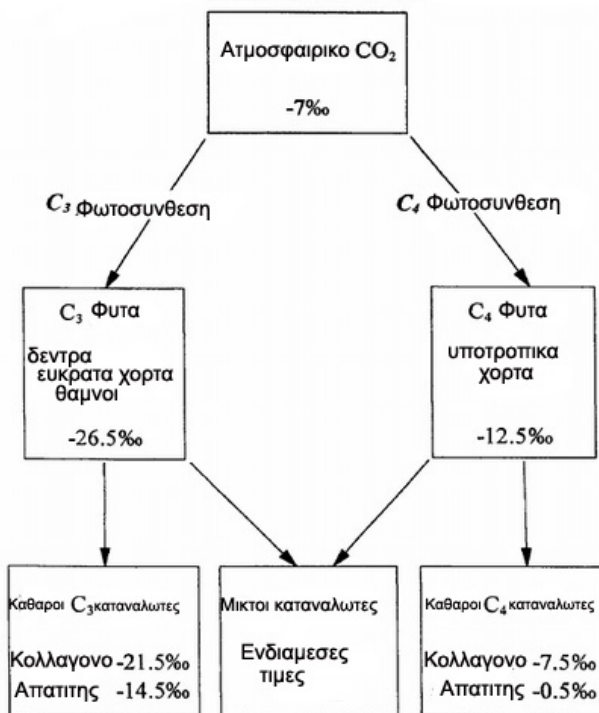
Πίνακας 7: Σχήματα ακτίνων περίθλασης κόνεως, α) αφρικανικού ελέφαντα, β) μαμούθ και γ) μαμούθ. Οι σχηματισμοί και των δύο θηλαστικών υποδεικνύουν τους σταθερούς κρυστάλλους απατίτη. Δεν αναγνωρίστηκαν επιπρόσθετες κορυφές άλλου κρυσταλλικού ανθρακικού φωσφόρου. Μία χαμηλή κρυσταλλικότητα μπορεί να συναχθεί από ευρείες κορυφές που δείχνονται με πρότυπα περίθλασης σε όλα τα δείγματα που αναλύθηκαν. Παρ' όλα αυτά, το μαμούθ ελεφαντόδοντο παρουσιάζει ευρύτερες κορυφές, υποδεικνύοντας χαμηλότερη ποιότητα κρυσταλλικότητας. Έχει αναφερθεί ότι η κακή κρυσταλλικότητα των μοτίβων XRD προκαλείται κυρίως από τις μικροσκοπικές διαστάσεις των κρυσταλλιτών. Επειδή ο βαθμός ανισοτροπίας από το μέσο μέγεθος του κρυσταλλίτη είναι πολύ μεγαλύτερη από τη μέση μέγιστη καταπόνηση, δηλ. ατέλειες στη δομή, μπορεί κανείς να συμπεράνει ότι το μέγεθος του κρυσταλλίτη είναι ο κύριος λόγος για τη διεύρυνση της αντανάκλασης του απατίτη. (Bracco et al. 2013-244-5).



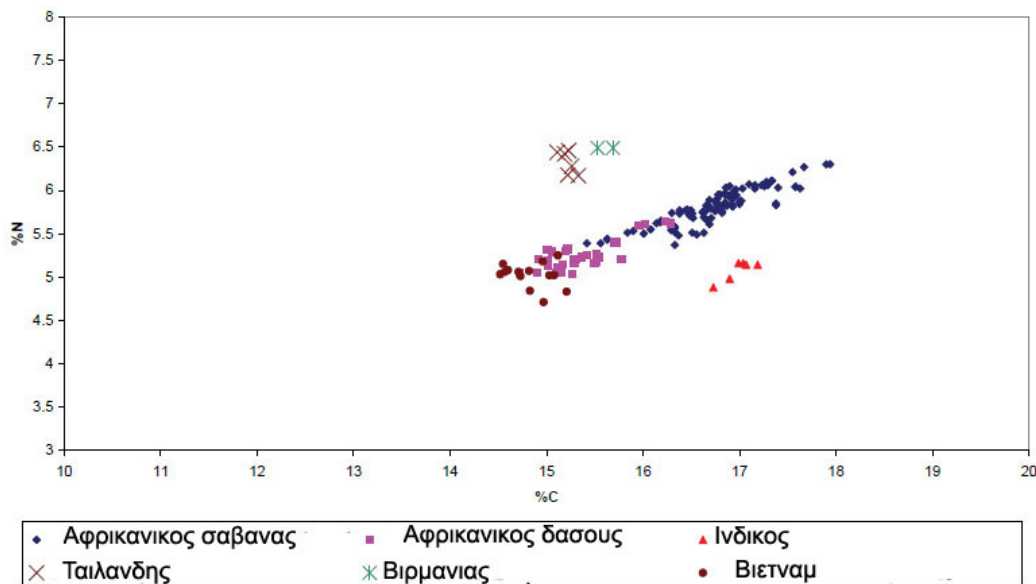
Πίνακας 8: Οι συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων σε χαυλιόδοντες διαφορετικών ειδών ελεφάντων. (Jacob et al. 2008, 96).



Πίνακας 9: Τέσσερις θεωρητικοί τύποι διατροφής και οι ισοτοπικές τιμές κολλαγόνου (Richards & Hedges 1999).



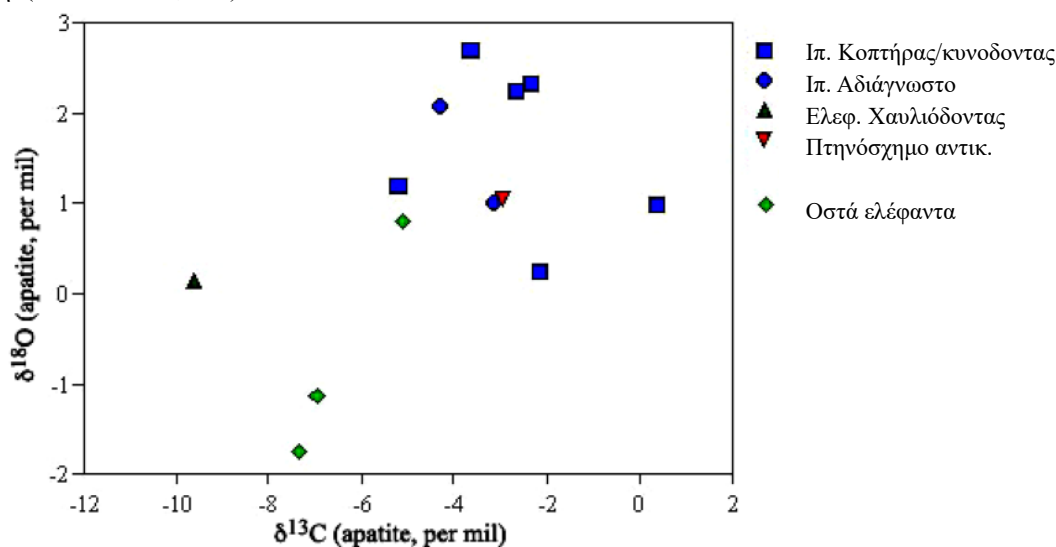
Πίνακας 10: Κλασματοποίηση ισotόπων άνθρακα σε χερσαίες τροφικές αλυσίδες. Tykot R.H. 2004, Stable Isotopes and Diet: You are What You Eat, Proceedings of the International School of Physics “ Enrico Fermi” Course CLIV, M. Martini, M. Milazzo and M. Piacentini (Eds) IOS Press, Amsterdam.



Πίνακας 11: Στοιχειακή ανάλυση: Συσχέτιση μεταξύ C% και N% διαφόρων τύπων ελεφαντόδοντου. Η αναγνώριση της πηγής ελεφαντόδοντου βασίζεται στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του υλικού που εξαρτώνται από την τροφή που καταναλώνουν οι ελέφαντες σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Για παράδειγμα, η χημική σύνθεση του ελεφαντόδοντου των ελεφάντων των δασών, που ζουν κυρίως στα φύλλα, διαφέρει σημαντικά από εκείνη του ελεφαντόδοντου των ελεφάντων σαβάνας που ζουν κυρίως στο γρασίδι. Η ημιποσοτική ανάλυση του ελεφαντόδοντου έγινε για τα στοιχεία άνθρακα (C), αζώτου (N) και υδρογόνου (H) με τη χρήση αυτόματου στοιχειακού αναλυτή Vario EL (Elementar Analysensystem, Hanau, Γερμανία). Η αρχή λειτουργίας εμφανίζεται. (Banerjee et al. 2008a, 47).

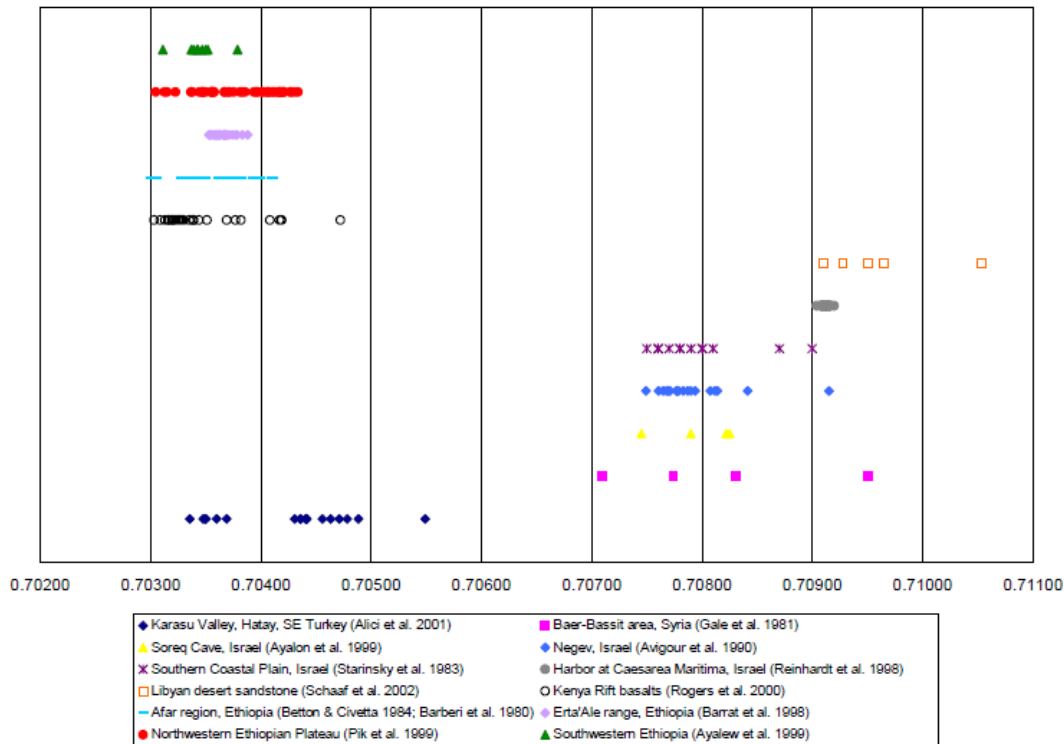
USF	Κατάλογος Μουσείου	Θέση	Χώρα	Υλικό	Περιγραφή δείγματος	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{18}\text{O}$
5862	KW 744	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. κυνόδοντας	-2.7	2.3
5863	KW 1182	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. θραύσμα	-3.2	1.0
5864	KW 1192	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. κυνόδοντας	-2.1	0.3
5865	KW 1523	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. κυνόδοντας	-3.7	2.7
5866	KW 2557	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. θραύσμα	-4.3	2.1
5867	KW 2877	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. κοπήρας	-2.3	2.3
5868	KW 3614	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. κοπήρας	0.4	1.0
5869	KW 162	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ελεφ. χαυλιόδοντας	-9.6	0.2
5870	KW 3843	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Ιπ. κοπήρας	-5.3	1.2
5871	KW 2534	Uluburun	Τουρκία	Ελεφαντόδοντο	Πτηνόσχημο αντ.	-3.0	1.1
5873	MTA 2142	Maraş Fili	Τουρκία	Τραπεζίτης	Ασιατικού ελεφ. τραπεζίτης	-7.3	-1.7
5874	MTA 2711	Maraş Fili	Τουρκία	Οστό	Πλευρό Ασιατικού ελεφ.	-7.0	-1.1
5875	MTA X	Maraş Fili	Τουρκία	Οστό	Πλευρό Ασιατικού ελεφ.	-5.1	0.8

Πίνακας 12: Αποτελέσματα ανάλυσης φασματομετρίας μάζας αναλογιών ισοτόπων άνθρακα και οξυγόνου στον απατίτη. (Lafrenz 2007, 170).

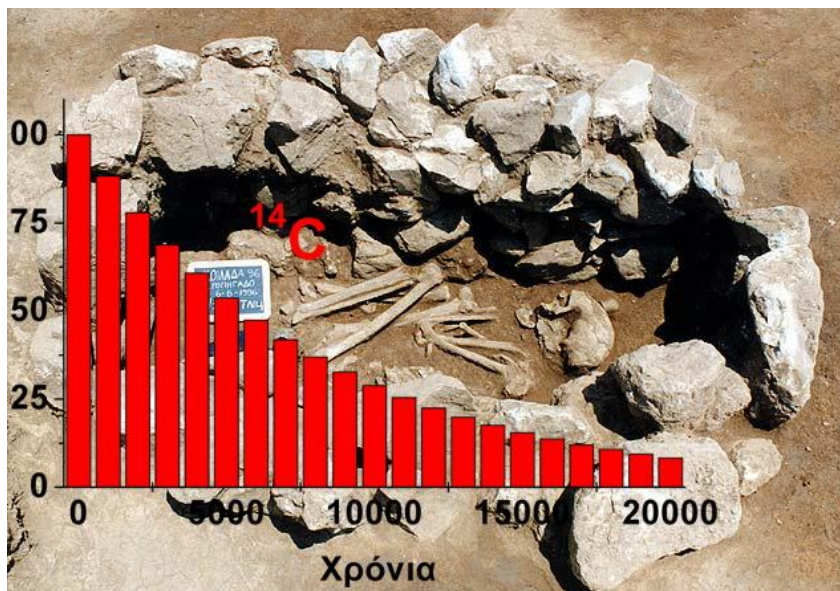


Πίνακας 13: Είναι σχεδόν αμέσως προφανές ότι υπάρχουν ξεχωριστές ομάδες από τα δείγματα Uluburun και Maras Fili. Πρώτη από αυτές είναι η αναμενόμενη ομαδοποίηση σύμφωνα με το ζώο, καθώς οι ελέφαντες τείνουν να έχουν μεγαλύτερη εξάρτηση από την C3 τροφή, δεδομένου ότι οι ελέφαντες γενικά τρέφονται μικτά και οι ιπποπόταμοι από βοσκότοπους, (Lafrenz 2007, 171).

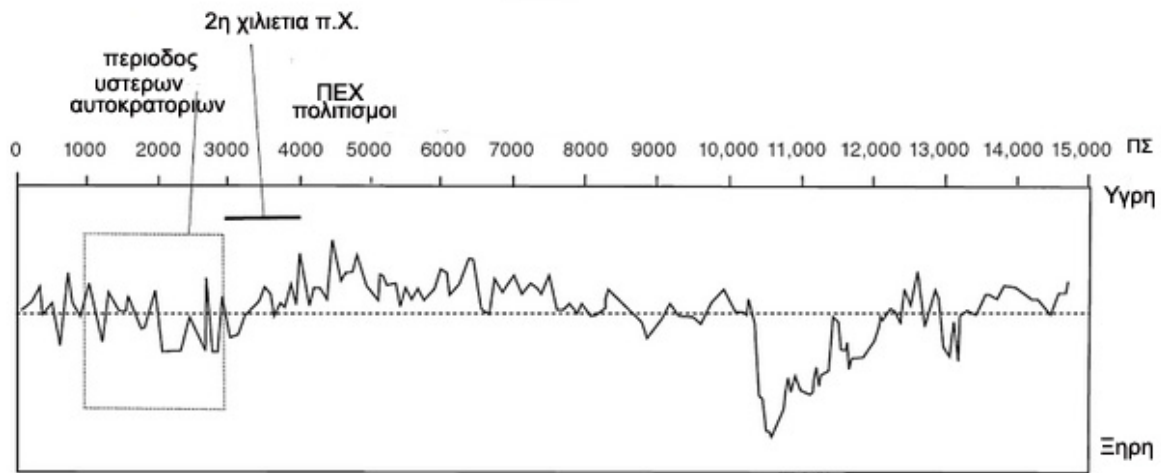
Πίν.39



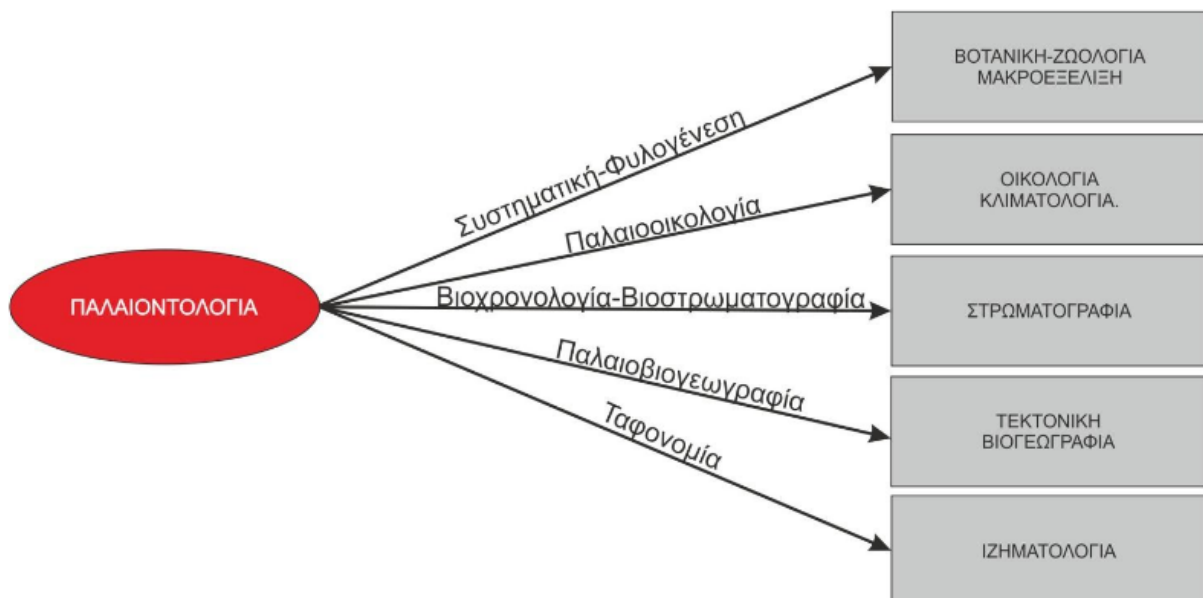
Πίνακας 14: Δημοσιευμένες τιμές ισοτοπικών αναλογιών στροντίου σε διάφορες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου και της βορειοανατολικής Αφρικής, (Lafrenz 2007, 134).



Πίνακας 15: Εκθετική μείωση του ^{14}C με τον χρόνο σε όλα τα βιολογικά υλικά από την στιγμή του θανάτου, (Μανιάτης ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος).



Πίνακας 16: Ανασύνθεση των ξηρών και υγρών περιόδων από το κλιματολογικό αρχείο στην περιοχή της λίμνης Βαν στη σημερινή Τουρκία.



Πίνακας 17: Ροή πληροφοριών από την Παλαιοντολογία προς τους άλλους κλάδους των γεω- και βιο-επιστημών.

Μέθοδος	Ερευνητικά ερωτήματα και δυνατότητες	Δειγματοληψία
<p>Ραδιοχρονολόγηση</p>	<p>Επιστημονική χρονολόγηση αποθέσεων ή μεμονωμένων οστών και δοντιών</p>	<p>περ. 0.5–1g δείγματος δοντιού/οστού (ή 2g εντελώς καμμένο οστό). Για χρονολόγηση αποθέσεων, Τα αρθρωτά οστά και οι επιφάνειες επιφύσεις παρέχουν τα πιο ασφαλή δείγματα</p>
<p>Διερεύνηση σταθερών ισοτόπων Άνθρακας, άζωτο, στρόντιο, οξυγόνο, μόλυβδος, υδρογόνο και θείο. Το υλικό (δόντι / κόκκαλο) και το ισότοπο που επιλέγεται εξαρτώνται από την ερευνητική ερώτηση. Τα δόντια διατηρούν χρονολογική ανάλυση και αντιστέκονται στη διαγενετική αλλαγή.</p>	<p>Ταφονομία: Προ-διαλογή για επαρκή διατήρηση του κολλαγόνου (με βάση τη μέθοδο του αζώτου επί τοις εκατό) πριν από άλλες μεθόδους (π.χ. χρονολόγηση με ραδιενεργό άνθρακα)</p> <p>Διαχείριση θηλαστικών: Διερεύνηση αρχαίας διαίτας (πχ. απογαλακτισμός, σίτιση και αναζήτηση τροφής), εποχικότητα, εκτροφή και έλεγχος (πχ. περίφραξη, εκτροφή και μετακίνηση)</p> <p>Ανθρώπινη διατροφή: Τα δείγματα ζώων παρέχουν τοπικά δεδομένα αναφοράς για την ερμηνεία των διατροφικών ισοτόπων από ανθρώπινα οστά (π.χ. εισροές θαλάσσιων ή γλυκών υδάτων, κρέας σαρκοφάγων ή φυτοφάγων)</p> <p>Περιβάλλον, κλίμα, τοποθεσία: όπου εκτρέφονται, διαχειρίζονται και μετακινούνται τα ζώα</p>	<p>Το υλικό τρυπάται για να δώσει ένα 5mg δείγμα</p> <p>περ. 0.5g δείγματος οστού/δοντιού, πάνω από 50mg αδαμαντίνης δοντιού</p> <p>περ. 0.5g δείγματος οστού/δοντιού</p> <p>περ. 0.5g δείγματος οστού/δοντιού, πάνω από 50mg αδαμαντίνης δοντιού</p>
<p>Διερεύνηση βιομορίων Προσδιορισμός πρωτεϊνών και αρχαίου DNA (aDNA)</p>	<p>Προσδιορισμός του φύλου, των ειδών ή άλλων γενετικών ομάδων (εξημέρωση και διαχείριση αποθεμάτων, εμπόριο), φυσικά χαρακτηριστικά των ζώων, παλαιοπαθολογία.</p>	<p>aDNA: περ. 50mg–3g δείγμα δοντιού ή οστού (όχι αδαμαντίνης). Τα δόντια αντιστέκονται καλύτερα στις διαγενετικές μεταβολές από ότα δόντια. Πρωτείνες: για τη Ζωοαρχαιολογία ZooArchaeology με τη Mass Spectrometry (ZooMS),</p>

		διάτρηση οστού/οδοντίνης δοντιού για παροχή 5–50mg δείγματος; Η μικροπανίδα μπορεί να απαιτεί μικρότερο δείγμα.
Ιστολογία Μικροσκοπική δομή	Εποχικότητα, ηλικία θανάτου, παλαιοπαθολογία, ταφονομία, Ταυτοποίηση ειδών	Λεπτά δείγματα οστών, δοντιών και otoliths
Μικρο-φθορές δοντιού Μικροσκοπική τριβή από το φαγητό	Δίαιτα ζώου, εποχικότητα	Μη καταστροφική
Απεικόνιση Εμπεριέχει χρήση φωτογραφιών, ακτίνες –Χ, σάρωση με laser ή ακτινοβολία, υπολογιστική τομογραφία (CT).	Ανάπτυξη δοντιού (γήρανση), παλαιοπαθολογία, πυκνότητα δοντιού (ταφονομία), προσδιορισμός ειδών, διαχείριση θηλαστικών και κινητικότητα (χρήση γεωμετρικής μορφομετρίας)	Μη καταστροφική

Πίνακας 18: Αναφορά των βασικών μεθόδων διερεύνησης πληροφοριών από αρχαιολογικά ανόργανα (οστό και δόντια), με παράλληλη παρουσίαση των δειγματοληπτικών απαιτήσεων. Οι περισσότερες τεχνικές είναι καταστροφικές. (Animal Bones and Archaeology: Guidelines for Best Practice 2014, 21).

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1:	Γεωγραφικός χάρτης.....	Πίν.1
Εικόνα 2:	Καπάκι (δίσκος) πυξίδας.....	Πίν.1
Εικόνα 3:	Τοιχογραφία πλοίου στο Νείλο.....	Πίν.1
Εικόνα 4:	Πινακίδα γραμμικής Β.....	Πίν.2
Εικόνα 5:	Οι σχετικές με τον ελέφαντα λέξεις της γραμμικής Β.....	Πίν.2
Εικόνα 6:	Οι σχετικές με τον κάπρο λέξεις της γραμμικής Β.....	Πίν.2
Εικόνα 7:	Αναγραφή των λέξεων ελέφαντας και ιπποπόταμος.....	Πίν.2
Εικόνα 8:	Αγαματίδιο από μαμούθ π. 35000 χρόνια πριν.....	Πίν.3
Εικόνα 9:	Πρώιμη φυσιοκρατική αναπαράσταση.....	Πίν.3
Εικόνα 10:	Καθίμενες γυναικείες μορφές από ελεφαντόδοντο.....	Πίν.3
Εικόνα 11:	Αφρικανικός και ασιατικός ελέφαντας.....	Πίν.4
Εικόνα 12:	Σύγχρονη αναπαράσταση μαμούθ.....	Πίν.4
Εικόνα 13:	Ιπποπόταμος.....	Πίν.4
Εικόνα 14:	Αγριόχοιρος ή κάπρος.....	Πίν.4
Εικόνα 15:	Κεφαλή ταύρου από ελεφαντόδοντο.....	Πίν.5
Εικόνα 16:	Αναπαράσταση κυνηγιού ιπποποτάμου.....	Πίν.5
Εικόνα 17:	Μαγική ράβδος από κυνόδοντα ιπποποτάμου.....	Πίν.5
Εικόνα 18:	Εγχάρκτη αναπαράσταση ελέφαντα.....	Πίν.6
Εικόνα 19:	Χαυλιόδοντας από το ναυάγιο του Uluburun.....	Πίν.6
Εικόνα 20:	Τοιχογραφία απο τον Τάφο του Rekhmire.....	Πίν.6
Εικόνα 21:	Χάρτης εγγύς Ανατολής με οστεολογικά κατάλοιπα ελέφαντα.....	Πίν.7
Εικόνα 22:	Τοιχογραφία από τον Τάφο του Rekhmire με αναπαράσταση ασιατικού ελέφαντα.....	Πίν.7
Εικόνα 23:	Οδοντόφρακτο κράνος από τις Μυκήνες 15 ^{ος} -14 ^{ος} αι. π.Χ.....	Πίν.8
Εικόνα 24:	Αναπαράσταση κυνηγιού κάπρου από την Τίρυνθα 13 ^{ος} αι. π.Χ.....	Πίν.8
Εικόνα 25:	Πινακίδα από την Κνωσό με το ιδεόγραμμα του κάπρου.....	Πίν.8
Εικόνα 26:	Σφραγίδες από την Κρήτη από ιπποπόταμο.....	Πίν.9
Εικόνα 27:	Λεπτομέρεια από κόσμημα του θησαυρού της Αίγινας.....	Πίν.9
Εικόνα 28:	Ένθετο από χαύλιο ιπποπόταμου.....	Πίν.9
Εικόνα 29:	Χάρτης της ανατολικής Μεσογείου με τους ανέμους της θερινής περιόδου..	Πίν.10

Εικόνα 30:	Ονόματα αιγιακών πόλεων από τον ταφικό ναό του Kom el-Hetan.....	Πίν.10
Εικόνα 31:	Πίσω όψη επεξεργασμένου πινακιδίου από ελεφαντόδοντο.....	Πίν.11
Εικόνα 32:	Τοιχογραφία από τον τάφο του Menkheperaseneb που απεικονίζει τεχνίτες κατά την επεξεργασία διαφόρων υλικών.....	Πίν.11
Εικόνα 33:	Δοκιμές σμίλευσης σε σύγχρονο ελεφαντόδοντο.....	Πίν.12
Εικόνα 34:	Ενδεικτικά κομμένα τμήματα από σύγχρονους χαυλιόδοντες.....	Πίν.12
Εικόνα 35:	Λεπτομέρεια από κομμένο χαυλιόδοντα.....	Πίν.12
Εικόνα 36:	Αυτούσιος επεξεργασμένος χαυλιόδοντας με παράλληλη σχεδιαστική αποτύπωση από την Ουγκαρίτ.....	Πίν.13
Εικόνα 37:	Προσωπείο από ελεφαντόδοντο από την Qatna, ΥΕΠ.....	Πίν.13
Εικόνα 38:	Ολόγλυφο αγαλματίδιο από χαύλιο ιπποπόταμου, 18 ^{ος} αι. π.Χ.....	Πίν.13
Εικόνα 39:	Επεξεργασμένοι χαύλιοι κάπρου από τις Μυκήνες.....	Πίν.14
Εικόνα 40:	Ολόγλυφο ειδώλιο από το Παλαίκαстро, 1500-1450 π.Χ.....	Πίν.14
Εικόνα 41:	Χαυλιόδοντες από τη Ζάκρο, μαζί με τάλαντα χαλκού.....	Πίν.15
Εικόνα 42:	Πίνακες για κρεβάτι, Ουγκαρίτ, ΥΕΧ.....	Πίν.15
Εικόνα 43:	Πυξίδα με τη μορφή πάπιας, Ουγκαρίτ ΥΕΧ.....	Πίν.15
Εικόνα 44:	Αγαλματίδιο από την εποχή του Βαδάριου πολιτισμού (περ.4000 π.Χ.).....	Πίν.16
Εικόνα 45:	Το περίφημο μαχαίρι από το Gebel el-Arak	Πίν.16
Εικόνα 46:	Λαβή καθρέπτη από την Έγκωμη της ΥΕΧ.....	Πίν.17
Εικόνα 47:	Δίσκος πυξίδας από το Halan Sultan Tekke (ΥΕΧ) Κύπρος.....	Πίν.17
Εικόνα 48:	Κουτί παιχνιδιού από την Έγκωμη, ύστερος 13 ^{ος} αι. π.Χ.....	Πίν.17
Εικόνα 49:	Σχηματική απεικόνιση των βασικών χαρακτηριστικών του χαυλιόδοντα ελέφαντα.....	Πίν.18
Εικόνα 50:	Δομικά χαρακτηριστικά ελεφαντόδοντου ελέφαντα.....	Πίν.18
Εικόνα 51:	Γράφημα κρανίου ιπποπόταμου.....	Πίν.19
Εικόνα 52:	Κοπτήρες ιπποπόταμου με τους χαρακτηριστικούς σχεδιασμούς των στρωμάτων οδοντίνης (lamellae).....	Πίν.19
Εικόνα 53:	Σχεδιαστική απεικόνιση εγκάρσιας και διαμήκουσ τομής του κάτω κυνόδοντα Ιπποποτάμου.....	Πίν.20
Εικόνα 54:	Κρανίο κάπρου με τους άνω και κάτω κυνόδοντες.....	Πίν.20
Εικόνα 55:	Τρεις φωτογραφικές απεικονίσεις σε μεγέθυνση από δείγμα σύγχρονου Ελεφαντόδοντου.....	Πίν.21
Εικόνα 56:	Τρεις φωτογραφικές απεικονίσεις της μικροδομής του ελεφαντόδοντου.....	Πίν.21
Εικόνα 57:	Τμήμα απολιθωμένου χαυλιόδοντα.....	Πίν.21

Εικόνα 58:	Πυξίδα με ανάγλυφες σφίγγες, Θήβα, 14-13 ^{ος} αι. π.Χ.....	Πίν.22
Εικόνα 59:	Πλακίδιο από ελεφαντόδοντο που έχει υποστεί καύση, Θήβα, 13 ^{ος} αι.....	Πίν.22
Εικόνα 60:	Λεοντόμορφος δαίμονας από ιπποπόταμο, ΜΕΧ.....	Πίν.22
Εικόνα 61:	Πόδι προφανώς ξύλινου επίπλου.....	Πίν.23
Εικόνα 62:	Πυξίδα στο σχήμα πάπιας με το χαρακτηριστικό κενό στο εσωτερικό.....	Πίν.23
Εικόνα 63:	Σχηματική απεικόνιση χαυλιόδοντα που απεικονίζει τη δημιουργία Πινακιδίων.....	Πίν.24
Εικόνα 64:	Σχηματική απεικόνιση του τρόπου κοπής μιας κυλινδρικής σφραγίδας από το κέντρο ενός χαυλιόδοντα ιπποπόταμου.....	Πίν.24
Εικόνα 65:	Σχηματική απεικόνιση που απεικονίζει το σημείο κοπής από τον κυκλικό χαυλιόδοντα ιπποπόταμου.....	Πίν.24
Εικόνα 66:	Ειδώλιο που απεικονίζει μινωίτισσα θεά από ελεφαντόδοντο, πιθανόν πρόκειται για κίβδηλο αντικείμενο.....	Πίν.25
Εικόνα 67:	Κυλινδρική σφραγίδα από τη Μεγιδδώ, πιθανόν από τη Νακάδα περίοδο της Αιγύπτου (περ. 3380-3330 π.Χ.).....	Πίν.26
Εικόνα 68:	Κεφαλή άνδρα από τις Μυκήνες (1250-1180 π.Χ.).....	Πίν.26
Εικόνα 69:	Φωτογραφική τεκμηρίωση διακοσμητικού ασπιδόμορφου αντικειμένου παράλληλα με την μικροσκοπική εμφάνιση των γωνιών Schreger.....	Πίν.26
Εικόνα 70:	Οι γωνίες Schreger στο ελεφαντόδοντο ελέφαντα και μαμούθ.....	Πίν.27
Εικόνα 71:	Εγκάρσια και διαμήκης τομή χαυλιόδοντα αφρικανικού ελέφαντα.....	Πίν.27
Εικόνα 72:	Εικόνες από μικροσκόπιο που παρουσιάζονται στην α) κοπήρας ιπποπόταμου, στη β) άνω κυνόδοντα, στη γ) ο κάτω κυνόδοντα και στη δ) τομή από χαύλιο κάπρου.....	Πίν.28
Εικόνα 73:	Ένθετο στο οποίο παρουσιάζονται οι χαρακτηριστικές οπές σύμφυσης.....	Πίν.28
Εικόνα 74:	Αντικείμενο φωτογραφημένο υπό κανονικό φωτισμό.....	Πίν.29
Εικόνα 75:	Αντικείμενο φωτογραφημένο υπό UV φωτισμό.....	Πίν.29
Εικόνα 76:	Σχηματική αναπαράσταση με τα δομικά στοιχεία ενός άξονα από μακρύ οστό.....	Πίν.30
Εικόνα 77:	Θραύσματα χτένας κατασκευασμένης από οστό.....	Πίν.30
Εικόνα 78:	Αποτύπωση σε Micro-CT της οδοντίνης χάνδρας.....	Πίν.31
Εικόνα 79:	Σχηματική απεικόνιση ενός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου σάρωσης.....	Πίν.31
Εικόνα 80:	Σχηματική παράσταση ενός ηλεκτρονικού μικροσκοπίου διέλευσης.....	Πίν.31
Εικόνα 81:	Ίχνη επικάλυψης από φύλλο αργύρου σε αντικείμενο από ελεφαντόδοντο.....	Πίν.31

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1:	Χρονολογικός πίνακας.....	Πίν.32
Πίνακας 2:	Η μέση στοιχειώδης σύνθεση του ελεφαντόδοντου του ινδικού και αφρικανικού ελέφαντα.....	Πίν.33
Πίνακας 3:	Οι διαφορετικές αποχρώσεις που εμφανίζονται στο ελεφαντόδοντο έπειτα από τεχνητές δοκιμές που εφαρμόστηκαν.....	Πίν.33
Πίνακας 4:	Απόδοση στοιχείων με συνδιασμό τεχνικών όπως της SEM, της EDS και της LA-ICP-MS.....	Πίν.34
Πίνακας 5:	Μοριακή ανάλυση με απορρόφηση και Raman spectroscopy, όπου διακρίνονται τα FTIR φάσματα διαφόρων ελεφαντόδοντων.....	Πίν.34
Πίνακας 6:	Εικόνα Raman φάσματος αρχαιολογικού ελεφαντόδοντου, που δείχνει το υπόβαθρο των εκπομπών προερχόμενο από προϊόντα αποδόμησης και φθορισμού.....	Πίν.35
Πίνακας 7:	Σχήματα ακτίνων περίθλασης κόνεως, α) αφρικανικού ελέφαντα, β) μαμούθ και γ) μαμούθ. Οι σχηματισμοί και των δύο θηλαστικών υποδεικνύουν τους σταθερούς κρυστάλλους απατίτη.....	Πίν.35
Πίνακας 8:	Οι συγκεντρώσεις ιχνοστοιχείων σε χαυλιόδοντες διαφορετικών ειδών ελεφάντων.....	Πίν.36
Πίνακας 9:	Γράφημα που απεικονίζει τέσσερις θεωρητικούς τύπους διατροφής και τις ισοτοπικές τιμές κολλαγόνου.....	Πίν.36
Πίνακας 10:	Κλασματοποίηση ισοτόπων άνθρακα σε χερσαίες τροφικές αλυσίδες.....	Πίν.37
Πίνακας 11:	Συσχέτιση μεταξύ C% και N% διαφόρων τύπων ελεφαντόδοντου. Η αναγνώριση της πηγής ελεφαντόδοντου βασίζεται στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά του υλικού που εξαρτώνται από την τροφή που καταναλώνουν οι ελέφαντες σε μια συγκεκριμένη περιοχή.....	Πίν.37
Πίνακας 12:	Αποτελέσματα ανάλυσης φασματομετρίας μάζας αναλογιών ισοτόπων άνθρακα και οξυγόνου στον απατίτη.....	Πίν.38
Πίνακας 13:	Διάγραμμα που δείχνει την ομαδοποίηση των θηλαστικών με βάση τη διατροφή τους έπειτα από την ανάλυση O και C του απατίτη.....	Πίν.38
Πίνακας 14:	Δημοσιευμένες τιμές ισοτοπικών αναλογιών στροντίου σε διάφορες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου και της βορειοανατολικής Αφρικής.....	Πίν.39

Πίνακας 15:	Εκθετική μείωση του ^{14}C με τον χρόνο σε όλα τα βιολογικά υλικά από την στιγμή του θανάτου.....	Πίν.39
Πίνακας 16:	Ανασύνθεση των ξηρών και υγρών περιόδων από το κλιματολογικό αρχείο στην περιοχή της λίμνης Βαν στη σημερινή Τουρκία.....	Πίν.40
Πίνακας 17:	Ροή πληροφοριών από την Παλαιοντολογία προς τους άλλους κλάδους των γεω- και βιο-επιστημών.....	Πίν.40
Πίνακας 18:	Βασικές μέθοδοι διερεύνησης πληροφοριών από αρχαιολογικά οργανικά υλικά (οστό και δόντια), με παράλληλη παρουσίαση των δειγματοληπτικών απαιτήσεων.....	Πίν.41