

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

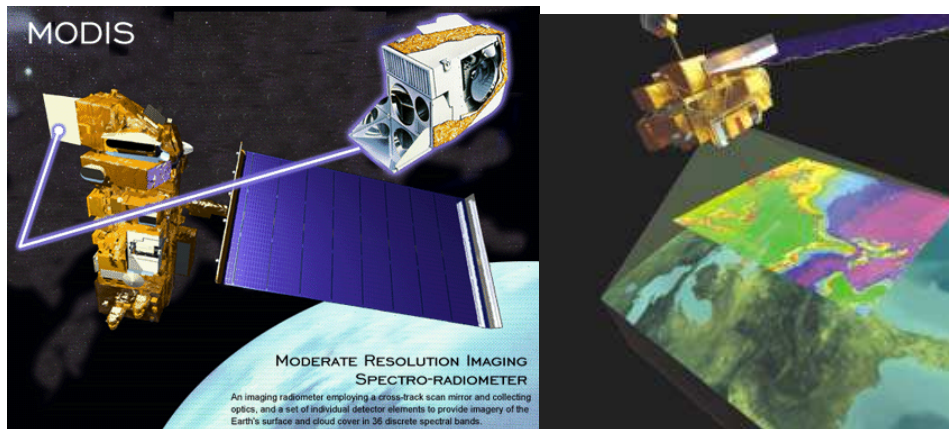


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ



ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΤΟΜΕΑΣ : ΤΗΛΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χαρτογράφηση καμένων εκτάσεων κατά τα έτη 2007-2009
με την χρήση δορυφορικών εικόνων Modis.

Ειρήνη Πιτσιλίδου

Κατερίνα Νικολακάκη

Χανιά, Φεβρουάριος 2011

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Μαρία Κούλη

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

1. Δρ. Παντελεήμων Σουπιός
2. Καθηγητής Εφαρμογών Ηλίας Παπαδόπουλος

Σκοπός:

Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό την χαρτογράφηση καμένων περιοχών σε όλη την έκταση της Κρήτης και υπολογισμό των εμβαδών των εκτάσεων αυτών με τη χρήση δορυφορικών εικόνων Modis και με το λογισμικό Erdas Imagine 9.1.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:

Η παρούσα εργασία αφορά στην χαρτογράφηση και εμβαδομέτρηση εκτάσεων στην περιοχή της Κρήτης με τη χρήση δορυφορικών εικόνων Modis κατά τα έτη 2007-2009.

Σύμφωνα με τη θεωρία της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όλα τα αντικείμενα που βρίσκονται στην επιφάνεια της Γής, απορροφούν, διαχέουν ή/και ανακλούν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία την οποία δέχονται. Εκεί είναι που χρησιμοποιούνται οι δορυφορικοί αισθητήρες και η Τηλεπισκόπηση για την καταγραφή και την ερμηνεία της ανακλώμενης ακτινοβολίας.

Χρησιμοποιώντας τον δορυφορικό αισθητήρα Modis, τη θεωρία της Τηλεπισκόπησης και το λογισμικό Erdas Imagine 9,1 ήμασταν σε θέση να καταγράψουμε τις περιοχές ενδιαφέροντος.

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τις υπό μελέτη περιοχές ήταν η εξής:

- Αρχικά από ενημερωτικά έντυπα και μέσω διαδικτύου καταγράφηκαν οι περιοχές που επλήγησαν από πυρκαγιές κατά τα έτη 2007-2009.
- Μέσω της ιστοσελίδας της Nasa η οποία διαθέτει δωρεάν δεδομένα του αισθητήρα Modis, ελήφθησαν δορυφορικές εικόνες λίγες μέρες πριν και λίγες μέρες μετά τις ημερομηνίες εκδήλωσης των πυρκαγιών.
- Η επεξεργασία των διαθέσιμων δορυφορικών εικόνων έγινε με το λογισμικό Erdas Imagine 9,1. Η επεξεργασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:
 - Γεωαναφορά εικόνων για την γεωμετρική διόρθωση των εικόνων και τον μετασχηματισμό τους στο προβολικό σύστημα UTM ζώνη 34 N.
 - Μάσκα θάλασσας για την αποκοπή των τιμών φωτεινότητας της θάλασσας
 - Κανονικοποιημένος Δείκτης Βλάστησης NDVI για την χαρτογράφηση της βλάστησης.
 - Υπέρθωση των 2 NDVI και δημιουργία μιας νέας εικόνας 2 καναλιών.
 - Ανάλυση κυρίων συνιστωσών για την ενίσχυση των εικόνων αφού ο δείκτης NDVI δεν ήταν αρκετός για την αναγνώριση των περιοχών της πυρκαγιάς.
 - Υπέρθωση αρχείου οικισμών στην 2^η κύρια συνιστώσα.
 - Απομόνωση της περιοχής της πυρκαγιάς.
 - Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση για την διάκριση των τιμών των καμένων εκτάσεων από των μη καμένων.
 - Ψηφιοποίηση(δημιουργία Shapefile) καμένων εκτάσεων/ Εμβαδομέτρηση καμένων εκτάσεων

Η πιο πάνω επεξεργασία δορυφορικών εικόνων Modis είχε ως αποτέλεσμα την χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων σε 12 από τις 23 καταγεγραμμένες περιπτώσεις πυρκαγιών κατά το χρονικό διάστημα 2007 έως 2009.

ABSTRACT:

The aim of the present under-graduate thesis was the mapping of the burned land in Crete for the years 2007 until 2009.

According to the electromagnetic theory all objects on the surface of earth, either absorb, diffuse or/ and reflex electromagnetic radiation. That is where the satellite sensors and the remote sensing theory is used, for the transcript and rendition of the reflected radiation.

By using the Modis satellite sensor, the remote sensing theory and the software Erdas Imagine 9,1 we found ourselves in the position to record the places of interest.

The process that was followed for the under study areas was:

- Firstly using publication and internet we were informed for places that got burned in Crete for the years 2007-2009.
- Through Nasa's website which offers free Modis data for free, selected satellite images a few days before the referring date of fire and a few days after where downloaded. The elaboration of the available satellite images was made with the Erdas Imagine 9,1 software package. This elaboration is divided in several steps:
 - Georeferencing of the Modis satellite images
 - Masking of the sea
 - Production of NDVI spectral index
 - Layer stacking of the two NDVI's
 - Principal component Analysis
 - Overlay of the villages vector file on the satellite images on the 2nd principan component
 - Masking of the main area
 - Unsupervised classification
 - Digitization(creation of a Shapefile) for the burned areas /Area measurement

The result of the above elaboration for the Modis satellite images was the mapping of 12 areas of burned land from the 23 registered fire incidents for the years 2007 until 2009.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή:

- Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα.....9
- Πίνακας 1.....10
- Ραδιοκύματα.....10
- Μικροκύματα.....10
- Υπέρυθρη ακτινοβολία.....10
- Ορατό φως.....11
- Υπεριώδης ακτινοβολία.....11
- Ακτινοβολία Χ και Γ.....11
- Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ατμόσφαιρα.....11

Κεφάλαιο 1:

- Τηλεπισκόπηση.....12
- Αρχή λειτουργίας ανιχνευτών.....12,13
- Ποιοτικά χαρακτηριστικά δεδομένων.....14
- Εφαρμογές της τηλεπισκόπησης.....14

Κεφάλαιο 2:

- Δορυφόρος.....15
- Κατηγορίες δορυφόρων.....15,16
- Τύποι δορυφόρων.....16

Κεφάλαιο 3:

- Δορυφόρος Terra.....17
- Αισθητήρας Aster.....17
- Πίνακας 2.....17
- Αισθητήρας Modis.....18,19
- Πίνακας 3.....20

Κεφάλαιο 4:

- Λογισμικό Erdas.....21

Κεφάλαιο 5: Επεξεργασία εικόνας

- Εύρεση πληροφοριών και λήψη δορυφορικών εικόνων.....22,26
- Πίνακας 4.....23
- Γεωαναφορά εικόνων.....27,30
- Μάσκα θάλασσας.....31,34
- Υπέρθεση αρχείου οικισμών.....35
- Ραδιομετρική διόρθωση.....36,37
- Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης NDVI.....38,40
- Υπέρθεση των 2 NDVIs.....41
- Ανάλυση κυρίων συνιστωσών.....42,44
- Μάσκα σημείου πυρκαγιάς.....45,47
- Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση.....48,49
- Εμβαδομέτρηση.....50
- Δημιουργία αρχείου Shapefile.....51

Κεφάλαιο 6: Εικόνες και αποτελέσματα

- Εικόνες και αποτελέσματα για κάθε περιοχή.....52,65
- Πίνακας 5: περίμετρος και εμβαδόν πυρκαγιάς.....66
- Πίνακας 6:πραγματικά δεδομένα και είδη βλάστησης67
- Διάγραμμα 1.....68
- Διάγραμμα 2.....68
- Σύγκριση πραγματικών δεδομένων με τα αποτελέσματα.....69,70

Κεφάλαιο 7:

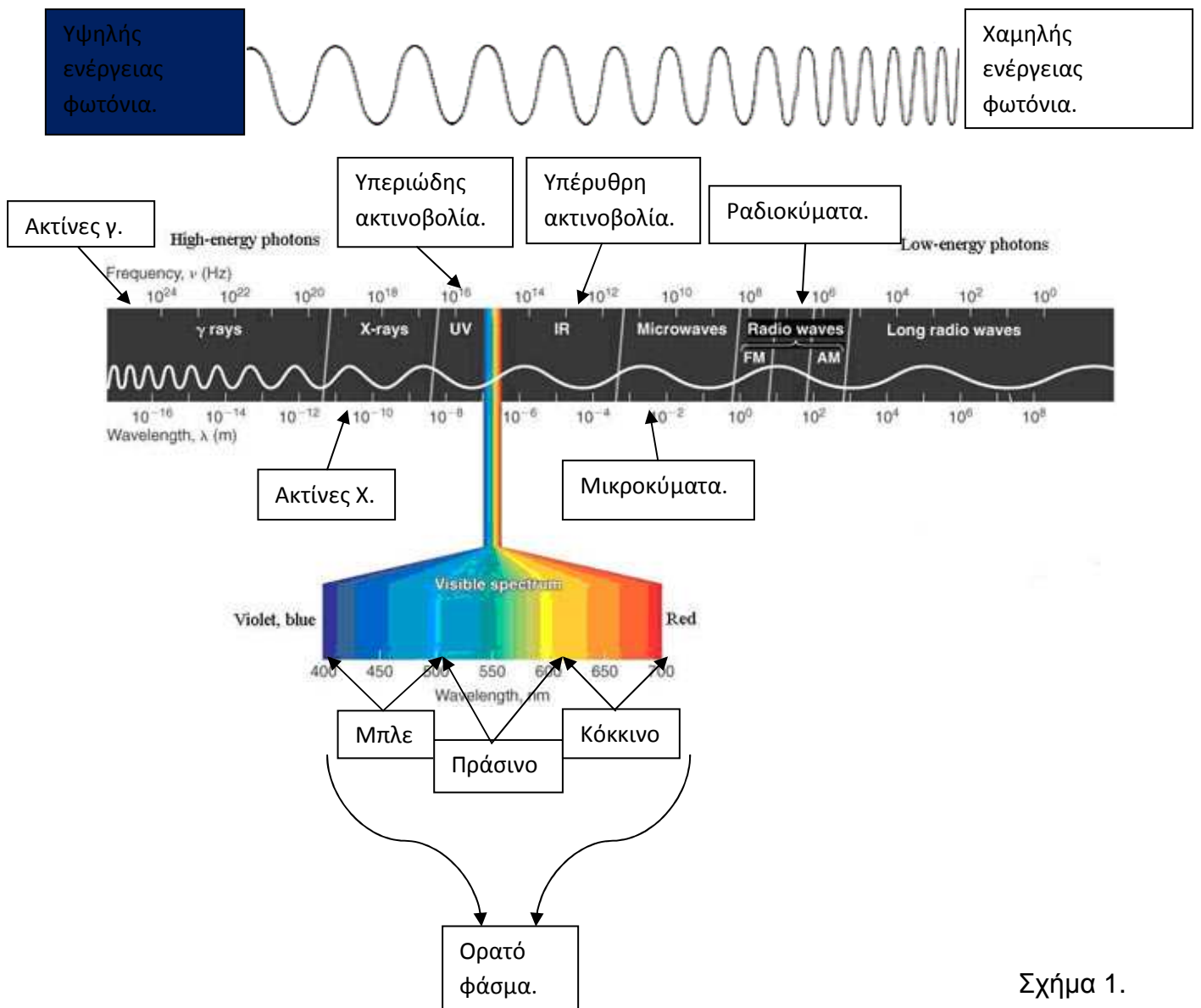
- Συμπεράσματα.....72,72

- Πηγές.....74

Εισαγωγή

Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα

Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα: ονομάζεται το εύρος της περιοχής συχνοτήτων που καλύπτουν τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτείνεται θεωρητικά από σχεδόν μηδενικές συχνότητες έως το άπειρο. Με βάση κάποιες χαρακτηριστικές ιδιότητες των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων το ηλεκτρομαγνητικό φάσμα χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες. Αυτές είναι τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, η υπέρυθρη ακτινοβολία, η ορατή ακτινοβολία (φως), η υπεριώδης ακτινοβολία, οι ακτίνες X και οι ακτίνες γ (Σχήμα 1).



Σχήμα 1.

Πίνακας 1^{ος}.Ηλεκτρομαγνητικές Φασματικές Ζώνες.

Περιοχή φάσματος	Περιοχή συχνοτήτων	Ενέργεια φωτονίων
Ραδιοκύματα	0-300 MHz	$0-10^{-5}$ eV
Μικροκύματα	300MHz-300GHz	$10^{-5}-10^{-3}$ eV
Υπέρυθρη ακτινοβολία	300GHz-400THz	$10^{-3}-1,6$ eV
Ορατή ακτινοβολία	400-800THz	1,6-3,2eV
Υπεριώδης ακτινοβολία	800THz- $3 \cdot 10^{17}$ Hz	3-2000eV
Ακτίνες Χ	$3 \cdot 10^{17}-5 \cdot 10^{19}$ Hz	$1200-2,4 \cdot 10^5$ eV
Ακτίνες Γ	$5 \cdot 10^{19}-3 \cdot 10^{22}$ Hz	10^5-10^7 eV
Κοσμικές ακτίνες	$3 \cdot 10^{22}$ Hz-.....	10^7 ev-....

Ραδιοκύματα

Τα ραδιοκύματα είναι ηλεκτρομαγνητικά κύματα χαμηλών σχετικά συχνοτήτων. Καλύπτουν περιοχή συχνοτήτων 0-300MHz. Η ενέργεια των φωτονίων τους είναι πολύ χαμηλή και φτάνει μέχρι τα 10^{-5} eV. Παράγονται από κεραίες και χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις τηλεπικοινωνίες. Χωρίζονται σε επιμέρους κατηγορίες με βάση την συχνότητα τους ή ισοδύναμα με βάση το μήκος κύματός τους. Η χαμηλότερη ζώνη συχνοτήτων των ραδιοκυμάτων είναι η περιοχή των βιομηχανικών κυμάτων και η υψηλότερη ζώνη είναι η περιοχή των υπερβραχέων.

Μικροκύματα

Τα μικροκύματα θεωρούνται και αυτά τμήμα των ραδιοκυμάτων λόγω του ότι παράγονται από κεραίες και έχουν πλήθος εφαρμογών στις τηλεπικοινωνίες. Παρουσιάζουν όμως διαφορετικές ιδιότητες σε σχέση με τα υπόλοιπα ραδιοκύματα, λόγω της υψηλότερης ενέργειας των φωτονίων τους. Τα μικροκύματα καλύπτουν περιοχή συχνοτήτων από 300MHz -300GHz και η ενέργεια των φωτονίων τους κυμαίνεται από 10^{-5} - 10^{-3} eV. Χωρίζονται και αυτά σε τρεις επιμέρους ζώνες. Την ζώνη των δεκατομετρικών μικροκυμάτων ή UHF, στην ζώνη των εκατοστομετρικών μικροκυμάτων ή SHF και στην ζώνη των χιλιοστομετρικών μικροκυμάτων EHF.

Υπέρυθρη ακτινοβολία

Η Υπέρυθρη ακτινοβολία καλύπτει την ζώνη συχνοτήτων από 300GHz - 400THz και η ενέργεια των φωτονίων της είναι από 10^{-3} - 1,6eV. Υπέρυθρη ακτινοβολία εκπέμπουν όλα τα σώματα λόγω θερμότητας. Βρίσκει πολλές εφαρμογές στην τεχνολογία. Οι υπέρυθρες ακτίνες χρησιμοποιούνται στα οπτικά ηλεκτρονικά μέσα όπως τα CD player, στις ηλεκτρονικές επικοινωνίες με οπτικές ίνες αλλά και με ασύρματη εκπομπή υπέρυθρων. Πολύ σημαντική εφαρμογή έχει η υπέρυθρη

φωτογραφία που βρίσκει εφαρμογές στην αρχαιολογία, τη γεωργία, την οικολογία, τη δασοπονία, τη γεωλογία και την υδρολογία.

Ορατή ακτινοβολία

Η ζώνη του ορατού φωτός είναι μία στενή ζώνη του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, στην οποία είναι ευαίσθητο το αισθητήριο της όρασης των ζωντανών οργανισμών. Καλύπτει περιοχή συχνοτήτων 400-800MHz και η ενέργεια των φωτονίων κυμαίνεται από 1,6 - 3,2 eV. Το ορατό φάσμα χωρίζεται σε επιμέρους ζώνες τις οποίες το ανθρώπινο μάτι τις αντιλαμβάνεται ως διαφορετικά χρώματα.

Υπεριώδης ακτινοβολία

Η Υπεριώδης ακτινοβολία καλύπτει την περιοχή συχνοτήτων από 800THz - $3 \cdot 10^{17}$ Hz και η ενέργεια των φωτονίων της είναι μεταξύ 3eV - 2000eV . Εκπέμπεται από εξαιρετικά θερμά σώματα όπως τα άστρα. Η υπεριώδης είναι ακτινοβολία υψηλής ενέργειας και αρκετά επιβλαβής για τους ζωντανούς ιστούς.

Ακτίνες Χ

Η ακτινοβολία Χ εκτείνεται από $3 \cdot 10^{17}$ Hz - $5 \cdot 10^{19}$ Hz και η ενέργεια των φωτονίων της είναι 1200 eV- $2,4 \cdot 10^5$ eV. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος παραγωγής ακτίνων Χ είναι μέσω της επιτάχυνσης ηλεκτρονίων από δυναμικό τάξης μεγέθους των δεκάδων χιλιάδων βολτ και πρόσπτωσή τους σε στόχο ο οποίος αποτελείται από μεταλλικό υλικό μεγάλου ατομικού αριθμού.

Ακτίνες Γ

Η ακτινοβολία γ είναι ακτινοβολία εξαιρετικά υψηλής συχνότητας που κυμαίνεται από $5 \cdot 10^{19}$ Hz- $3 \cdot 10^{22}$ Hz. Οι ενέργειες των φωτονίων της είναι πολύ υψηλές και κυμαίνονται 10^5 eV - 10^7 eV.

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ατμόσφαιρα

Η ατμόσφαιρα της γης λειτουργεί σαν προστατευτική ασπίδα για τις επικίνδυνες ακτινοβολίες πολύ υψηλής συχνότητας. Η ατμόσφαιρα απορροφά το μεγαλύτερο μέρος των κοσμικών ακτίνων αλλά και της υπεριώδους ακτινοβολίας. Αντίθετα επιτρέπει πλήρως την διέλευση των ραδιοκυμάτων υψηλής συχνότητας, των μικροκυμάτων χαμηλότερης συχνότητας, του φωτός και ενός τμήματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τα ραδιοκύματα χαμηλών συχνοτήτων ανακλώνται σ' ένα μεγάλο ποσοστό στο ατμοσφαιρικό στρώμα της ιονόσφαιρας.

Κεφάλαιο 1

Τηλεπισκόπηση

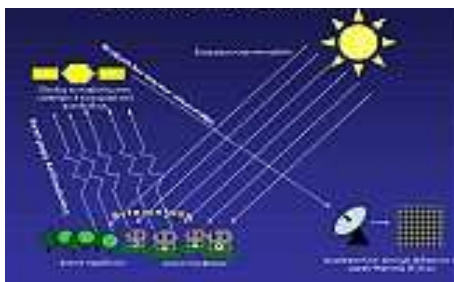
Με τον όρο Τηλεπισκόπηση εννοείται η επιστήμη της λήψης πληροφοριών (φασματικών, χωρικών, χρονικών) μέσα από ανάλυση δεδομένων τα οποία συλλέχθηκαν από ειδικά όργανα που δεν είχαν καμία φυσική επαφή με τα αντικείμενα-στόχους και της παρατήρησης φαινομένων και χαρακτηριστικών από απόσταση. Η λέξη είναι σύνθετη και αποτελείται από το επίρρημα *Τήλε* και το ρήμα *επισκοπώ*, δηλαδή παρατηρώ από μακριά.

Στη διεθνή βιβλιογραφία χρησιμοποιείται ο όρος Remote Sensing, και ορισμένοι Έλληνες επιστήμονες έχουν μεταφράσει επακριβώς τον όρο σε Τηλεανίχνευση, αλλά έχει επικρατήσει ο όρος Τηλεπισκόπηση. Σύμφωνα με τον αρχικό ορισμό, η έννοια της Τηλεπισκόπησης μπορεί να συμπεριλάβει ένα ευρύ πεδίο εφαρμογών, τεχνικών ή και φυσιολογικών λειτουργιών, όπως για παράδειγμα την ανθρώπινη όραση. Στην πραγματικότητα, σήμερα με το όρο Τηλεπισκόπηση εννοούμε "την επιστήμη και την τεχνολογία παρατήρησης και μελέτης των χαρακτηριστικών της γήινης επιφάνειας από απόσταση, βάσει της αλληλεπίδρασης των υλικών που βρίσκονται επάνω σε αυτή με την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία".(el.wikipedia.org/)

Η παρατήρηση της επιφάνειας της γης είναι δυνατή με τη χρήση ψηφιακών σαρωτών (τηλεπισκοπικών ανιχνευτών) που ανιχνεύουν την ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας της γήινης επιφάνειας και την αποδίδουν ως ψηφιακή εικόνα. Οι σαρωτές μπορεί να είναι εγκατεστημένοι σε τεχνητούς δορυφόρους που βρίσκονται σε τροχιά γύρω από τη γη ή να βρίσκονται σε αερομεταφερόμενα μέσα (αεροσκάφη, ελικόπτερα). Ένα διαστημικό όχημα μπορεί να μεταφέρει περισσότερους από ένα ανιχνευτές, έτσι πολλές φορές προκαλείται σύγχυση μεταξύ οχήματος και σαρωτή. Για παράδειγμα ο δορυφόρος Terra [1] μεταφέρει, μεταξύ άλλων, τον ανιχνευτή ASTER και τον ανιχνευτή MODIS. Όταν αναφερόμαστε στα δεδομένα που μεταδίδονται στη γη, συνήθως τα διακρίνουμε βάση του ανιχνευτή, έτσι λοιπόν μιλάμε για δορυφορική εικόνα ASTER και όχι για δορυφορική εικόνα TERRA.

Αρχή λειτουργίας ανιχνευτών

Για την παρατήρηση της γήινης επιφάνειας, οι ανιχνευτές μετρούν το ποσοστό της



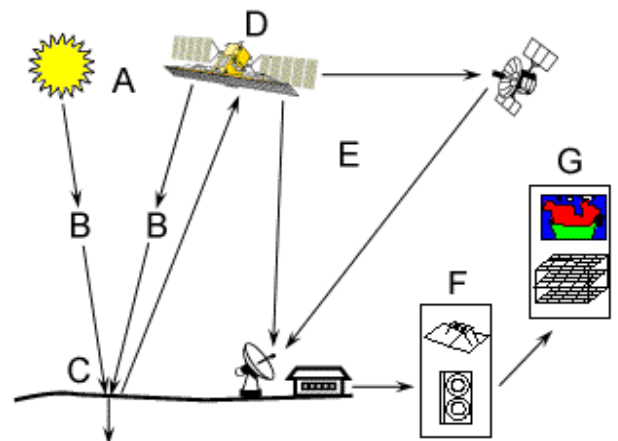
ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας που ανακλάται από τα διάφορα υλικά. Κάθε αντικείμενο - επιφάνεια - υλικό που βρίσκεται επάνω στη γη, έχει ένα μοναδικό τρόπο να ανακλά την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε διαφορετικά μήκη κύματος. Για παράδειγμα η χλωροφύλλη που βρίσκεται στα πράσινα μέρη των φυτών, έχει την ιδιότητα να ανακλά σε μεγάλο βαθμό την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στο πράσινο τμήμα του ορατού ηλεκτρομαγνητικού φάσματος και να την απορροφά στο μπλε και κόκκινο τμήμα .Η

φασματική αυτή συμπεριφορά έχει ως αποτέλεσμα να αντιλαμβανόμαστε το πράσινο χρώμα των ζωντανών φυτών.

Κατά παρόμοιο τρόπο όλα τα υλικά μπορούν να μελετηθούν, να εντοπισθούν και να απεικονισθούν χρησιμοποιώντας την ανακλαστική τους συμπεριφορά.

Σε μια απλή περιγραφή του τρόπου που λαμβάνονται τα τηλεπισκοπικά δεδομένα μπορούμε να αναφέρουμε (Σχήμα 2): Μία πηγή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (A) που εκπέμπει προς όλες τις κατευθύνσεις, "φωτίζει" την επιφάνεια της γης αφού περάσει μέσα από την ατμόσφαιρα (B), γεγονός που περιορίζει το φασματικό εύρος της ακτινοβολίας που τελικά θα χτυπήσει στην επιφάνεια (C). Ένα μέρος της ακτινοβολίας που τελικά φθάνει στη γη, ανακλάται, ένα άλλο μέρος διαχέεται στο περιβάλλον, ένα άλλο μεταδίδεται και ένα άλλο απορροφάται και αποδίδεται και πάλι στο περιβάλλον. Η ακτινοβολία που ανακλάται διέρχεται και πάλι μέσα από την ατμόσφαιρα (B) με προσορισμό το διάστημα. Σε πολύ μεγάλο ύψος (300χλμ - 800χλμ συνήθως) βρίσκονται σε τροχιά οι τεχνητοί δορυφόροι (D) που είναι εξοπλισμένοι με τους ανιχνευτές. Η ακτινοβολία που ανακλάστηκε προς το διάστημα, διέρχεται μέσα από πρισματικές διατάξεις που την διαχωρίζουν σε φασματικές ζώνες προκαθορισμένου εύρους, έπειτα οδηγείται σε φωτοδιόδους CCDs που μετατρέπουν την ακτινοβολία (=ενέργεια) σε ηλεκτρικό σήμα. Το σήμα αυτό κβαντοποιείται σε μορφή δυαδικών αριθμών και μεταδίδεται προς τη γη στους επίγειους σταθμούς (E) (Ground Stations) όπου επεξεργάζεται, διορθώνεται και λαμβάνει την τελική μορφή ψηφιακής εικόνας (F) που διανέμεται στους τελικούς χρήστες (G). Ανάλογα με το χαρακτηριστικό που επιθυμούμε να μελετήσουμε, επιλέγεται ο φασματικός τύπος του ανιχνευτή ώστε να ληφθεί η μέγιστη πληροφορία.

- A. Πηγή Ενέργειας
- B. Ακτινοβολία και ατμόσφαιρα
- C. Αλληλεπίδραση με τον Στόχο
- D. Καταγραφή της Ενέργειας από τον Αισθητήρα
- E. Διάδοση, Λήψη και Επεξεργασία
- F. Ερμηνεία και Ανάλυση
- G. Εφαρμογή



Σχήμα 2.

Ποιοτικά χαρακτηριστικά δεδομένων

Τα δεδομένα που μεταδίδονται από τους ανιχνευτές (αερομεταφερόμενοι ή σε τροχιά) μετατρέπονται σε 2-διάστατους πίνακες n γραμμών * m στηλών όπου η τιμή κάθε εικονοστοιχείου (Pixel) αντιπροσωπεύει την ανάκλαση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Γενικά τα τηλεπισκοπικά δεδομένα δηλαδή οι ψηφιακές εικόνες χαρακτηρίζονται από τα τις παρακάτω ιδιότητες:

Χωρική διακριτική ικανότητα:



ος του μικρότερου στοιχείου που μπορεί να το σύστημα (το μέγεθος των pixel).

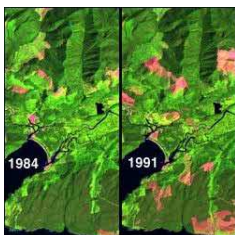
Ραδιομετρική διακριτική ικανότητα:



είναι η ικανότητα του συστήματος να διαχωρίσει πολύ μικρές διαφορές ενέργειας .

Φασματική διακριτική ικανότητα: είναι οι περιοχές του φάσματος οι οποίες δεν επηρεάζονται από την ατμοσφαιρική απορρόφηση και επιπλέον είναι χρήσιμες στην τηλεπισκόπηση (πόσα κανάλια έχει ο δορυφόρος).

Χρονική διακριτική ικανότητα:



είναι η επαναληψιμότητα του δορυφόρου. Δηλαδή το κάθε πόσες μέρες ο δορυφόρος περνά από το ίδιο σημείο.

Εφαρμογές της Τηλεπισκόπησης

Οι πληροφορίες που λαμβάνουμε από τηλεπισκοπικούς ανιχνευτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν από μια απλή απεικόνιση ενός τμήματος της επιφάνειας του πλανήτη έως το υπολογισμό μεταβολής του αναγλύφου μετά από ένα σεισμικό γεγονός. Πολλοί επιστημονικοί τομείς αξιοποιούν τα δεδομένα αυτά για ειρηνικούς σκοπούς, ο καθένας σύμφωνα με τις ανάγκες του: μετεωρολόγοι για την παρακολούθηση της ατμόσφαιρας και την πρόβλεψη του καιρού, χωροτάκτες για το σχεδιασμό χρήσεων γης, βιολόγοι για τη μελέτη των οικοσυστημάτων και την εφαρμογή και δοκιμή μοντέλων, γεωπόνους για την αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση γεωργικών εκτάσεων, δασολόγοι για την πρόγνωση και παρακολούθηση δασικών πυρκαγιών, ωκεανογράφοι για τη χαρτογράφηση των βιοφυσικών παραμέτρων των ωκεανών, γεωλόγοι για τον εντοπισμό κοιτασμάτων, τοπογράφοι για την δημιουργία ψηφιακών μοντέλων εδάφους κ.α..

Κεφάλαιο 2

Δορυφόρος

Δορυφόρος είναι ένα μη επανδρωμένο διαστημικό όχημα, που τίθεται σε τροχιά γύρω από τη Γη σε ύψος μεταξύ 500 και 35.000 χιλιομέτρων από την επιφάνειά της, και εξοπλισμένο με κατάλληλα όργανα συλλέγει εικόνες και στοιχεία, τα οποία μεταδίδει σε επίγειους σταθμούς.

Από το 1957, έτος εκτόξευσης του πρώτου δορυφόρου (Sputnik, ΕΣΣΔ), έως τα μέσα της δεκαετίας του 1990, έχουν εκτοξευτεί και τεθεί σε τροχιά χιλιάδες δορυφόροι, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα ερευνών και εφαρμογών, άλλοι πραγματοποιώντας επιστημονικές παρατηρήσεις και μετρήσεις (επιστημονικοί δορυφόροι) και άλλοι εξυπηρετώντας οικονομικούς και εμπορικούς σκοπούς (δορυφόροι εφαρμογής). Έτσι, μέσω δορυφόρων πραγματοποιούνται αστρονομικές παρατηρήσεις, μετρήσεις κοσμικής ακτινοβολίας, μετεωρολογικές προβλέψεις, γεωλογικές έρευνες, χαρτογράφηση ηπείρων και ωκεανών, περιβαλλοντολογικές έρευνες κ.λπ. και διεξάγονται οι τηλεπικοινωνίες, η ναυσιπλοΐα, η κατασκόπευση στρατηγικών στόχων κ.ά. (www.neo.gr/website/ergasiamathiti/75.htm)

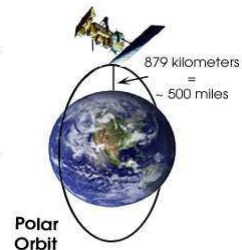
Κατηγορίες των δορυφόρων είναι:

- οι τηλεπικοινωνιακοί δορυφόροι, που διεκπεραιώνουν τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, αναμεταδίδουν τηλεοπτικά προγράμματα, δεδομένα κ.λπ.
- οι δορυφόροι πλοήγησης, που αποτελούν τη βάση ενός συστήματος προσανατολισμού και καθορισμού πορείας, κυρίως για αεροπλάνα και πλοία.
- οι δορυφόροι γεωλογικών ερευνών, που χρησιμοποιούνται τόσο για τον εντοπισμό ορυκτών κοιτασμάτων και την παρατήρηση γεωλογικών σχηματισμών όσο και για τη συλλογή σεισμολογικών δεδομένων.
- οι μετεωρολογικοί δορυφόροι
- οι δορυφόροι περιβάλλοντος. Δορυφόροι που μελετούν το χερσαίο και θαλάσσιο περιβάλλον και καταγράφουν τα φαινόμενα και τις μεταβολές που συμβαίνουν σ' αυτό, καθώς και στην ατμόσφαιρα του πλανήτη.

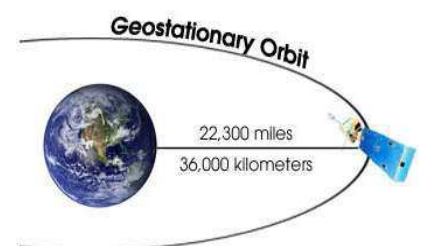
Οι περιβαλλοντικοί δορυφόροι συλλέγουν εικόνες και στοιχεία, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για την αντιμετώπιση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, την πρόγνωση μετεωρολογικών φαινομένων, την πρόληψη και τον εντοπισμό πυρκαγιών, την παρακολούθηση καλλιεργειών, την αντιμετώπιση φυσικών καταστροφών, καθώς και για την έρευνα, με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ζωής σε όλο τον πλανήτη. Οι δορυφόροι περιβάλλοντος της δεκαετίας του 1990 ανήκουν στην τρίτη γενιά των δορυφόρων της κατηγορίας αυτής, είναι εξελιγμένοι τεχνολογικά και έχουν δυνατότητα παρατήρησης όλο το 24ωρο. Είναι εξοπλισμένοι με όργανα υψηλής διακριτικής ικανότητας (ραδιόμετρα, μονάδα διερεύνησης με μικροκύματα, ανιχνευτές υπέρυθρης ακτινοβολίας, ανιχνευτές πρωτονίων και νετρονίων) και χαρτογραφούν όλα τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τη βλάστηση, την επιφανειακή θερμοκρασία ποταμών, λιμνών και θαλασσών, τις περιοχές με ηφαιστειακή δραστηριότητα, τις μετεωρολογικές μεταβολές και τα νέφη τόσο την ημέρα όσο και τη νύχτα, καθώς και την κατάσταση του όζοντος της στρατόσφαιρας. Τα στοιχεία που συλλέγουν περνούν από επεξεργασία και μετατρέπονται σε εικόνες υψηλής ευκρίνειας. Σ' αυτές χρησιμοποιούνται διαφορετικά χρώματα, για να απεικονιστούν οι διαφορές μεταξύ των περιοχών και οι διακυμάνσεις που παρουσιάζει το κάθε υπό μέτρηση μέγεθος σ' αυτές.

Τύποι δορυφόρων:

Πολικής τροχιάς: είναι όταν η τροχιά του δορυφόρου είναι πολύ κοντά στους πόλους της Γής και σχηματίζει σχεδόν 90 μοίρες κάθετα προς τον ισημερινό.



Γεωσύγχρονης τροχιάς: είναι η τροχιά αυτή που έχει περίοδο (χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση μίας περιστροφής του δορυφόρου γύρω από τη Γη) ίση με τον χρόνο περιστροφής της Γής γύρω από τον εαυτό της. Αυτό το είδος δορυφόρου "βλέπει" μόνο ένα σταθερό σημείο της Γής.



Ηλιοσύγχρονη τροχιά: ο προσανατολισμός του τροχιακού επιπέδου είναι σχετικός με το Ήλιο.

Κεφάλαιο 3

Δορυφόρος Terra

Ο **Terra (EOS AM-1)** είναι ένας ερευνητικός πολυεθνικός δορυφόρος της NASA σε τροχιά γύρω από τη Γη, ο οποίος κυρίως μελετάει την ατμοσφαιρική κατακρήμνιση και τους κύκλους του νερού. Εκτοξεύτηκε στις 18 Δεκεμβρίου, 1999 πάνω σε ένα όχημα *Atlas IIAS* και άρχισε να συλλέγει δεδομένα στις 24 Φεβρουαρίου, 2000. Αποτελεί την ναυαρχίδα του Συστήματος Παρατήρησης της Γης (*Earth Observing System (EOS)*) ακολουθήθηκε από τον *Aqua* που εκτοξεύθηκε το 2002 και τον *Aura* που εκτοξεύτηκε το 2004. Ο δορυφόρος Terra φέρει πάνω του πέντε συνολικά αισθητήρες από τους οποίους οι δύο πιο σημαντικοί είναι ο *Aster* και ο *Modis*, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία.

Αισθητήρας Aster

Ο αισθητήρας *Aster* αποτελεί τον έναν από τους πέντε δέκτες που έχουν εγκατασταθεί στον δορυφόρο Terra. Είναι προϊόν της συνεργασίας της NASA και του Υπουργείου Έρευνας και Βιομηχανίας της Ιαπωνίας με την συμμετοχή πολλών ερευνητικών ινστιτούτων από όλο τον κόσμο (Γαλλία, Αυστραλία κ.α.) και εκτοξεύθηκε το Δεκέμβριο του 1999. Έχει τη δυνατότητα να παρατηρεί το ποσοστό νεφοκάλυψης, τους παγετώνες, τη θερμοκρασία του εδάφους, τις χρήσεις γης, τις φυσικές καταστροφές τον πάγο της θάλασσας, την κάλυψη του χιονιού και τα είδη βλάστησης. Τα καταγραφικά συστήματα του *Aster* είναι τρία (VNIR, SWIR και TIR), με διαφορετική διακριτική ικανότητα το καθένα (15, 30 και 90 μέτρα), τα οποία συνθέτουν ένα υπερφασματικό καταγραφικό σύστημα στο θερμικό υπέρυθρο με στέρεο δυνατότητα στο εγγύς υπέρυθρο (*Aster 2001*). Ο πίνακας που ακολουθεί παρουσιάζει τις ιδιότητες των καταγραφικών συστημάτων του *Aster*.

Πίνακας 2^{ος}. Καταγραφικά συστήματα Aster

VNIR (ορατό - εγγύς υπέρυθρο)		SWIR (μέσο υπέρυθρο)		TIR (θερμικό υπέρυθρο)	
Διακριτική χωρική ικανότητα 15m	B1:(0.52-0.60)Nadir Πράσινο	Διακριτική χωρική ικανότητα 30m	B4:(1.6-1.7)	Διακριτική χωρική ικανότητα 90m	B10:(8.125-8.475)
	B2:(0.63-0.69)Nadir Κόκκινο		B5:(2.145-2.185)		B11:(8.475-8.825)
	B3:(0.76-0.86)Nadir Εγγύς υπέρυθρο		B6:(2.185-2.225)		B12:(8.825-9.275)
	B4:(0.76-0.86) Εγγύς υπέρυθρο Υπό- γωνία ± 24		B7:(2.235-2.285)		B13:(10.25-10.95)
	B8:(2.295-2.365)		B14:(10.95-11.65)		
	B9:(2.360-2.430)				

Οι εικόνες που λαμβάνονται έχουν 14 διαφορετικά φασματικά κανάλια τα οποία δίνουν τη δυνατότητα ερμηνείας και ανάλυσης στα μήκη κύματος που δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι όπως το εγγύς υπέρυθρο και το θερμικό υπέρυθρο.

Αισθητήρας Modis

Σκοπός του Modis.

Η επιστημονική έρευνα δίνει έμφαση στις διαδικασίες περιβαλλοντικών αλλαγών και των, επιπτώσεών τους με κύριο στόχο την πρόληψή αυτών των αλλαγών. Η παρακολούθηση της μεταβολής κάλυψης γης και της χρήσης γης είναι ένα σημαντικό στοιχείο για την επιστήμη. Η Τηλεπισκόπηση μέσης ευκρίνειας μπορεί να βοηθήσει στην εξαγωγή ποιοτικών και ποσοτικών στοιχείων όπως ο τύπος και η έκταση της κάλυψης της γης, η έκταση κάλυψης του χιονιού, η επιφανειακή θερμοκρασία, περιστατικό πυρκαγιάς και εμβαδόν φυτοκάλυψης, περίοδος ανάπτυξης φυτών και τελική θεμελιώδης παραγωγή παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την παραμετροποίηση ή την τεκμηρίωση μοντέλων επεξεργασίας οικοσυστημάτων. Οι υψηλής ανάλυσης σταθερές και καλά βαθμονομημένες δορυφορικές καταγραφές χρειάζονται εάν θέλουμε να ανιχνεύσουμε και να παρακολουθήσουμε αλλαγές και τάσεις σε αυτές τις μεταβλητές. Η πρόκληση για την επιστημονική ομάδα του Modis είναι η πραγματοποίηση της νέας γενιάς συνόλων δεδομένων για την αναζήτηση παγκόσμιων αλλαγών. (Landval.gsfc.nasa.gov)

Modis

Modis (ή φασματοραδιόμετρική εικόνα μέτριας ευκρίνειας) είναι ένα όργανο κλειδί επάνω στους δορυφόρους Terra (EOS AM) και Aqua (EOS PM). Η τροχιά του Terra γύρω από τη Γη συγχρονίζεται έτσι ώστε να περνά από βόρεια προς τα νότια εγκάρσια του ισημερινού το πρωί, ενώ ο Aqua περνά από νότια προς τα βόρεια εγκάρσια του ισημερινού το απόγευμα. Οι Terra Modis και Aqua Modis παρατηρούν όλη την επιφάνεια της Γης κάθε μια με δύο μέρες αποκτώντας δεδομένα σε 36 ζώνες φάσματος ή ομάδες μηκών κύματος. Αυτά τα δεδομένα θα βελτιώσουν την κατανόησή μας σε θέματα παγκόσμιας δυναμικής και διαδικασίες που συμβαίνουν στη γη, στους ωκεανούς και στη κατώτερη ατμόσφαιρα. Ο Modis παίζει ένα ζωτικό ρόλο, παγκοσμίως, συμμετέχοντας σε συστήματα μοντέλων της Γης ικανά να προβλέψουν την παγκόσμια αλλαγή με αρκετή ακρίβεια για να βοηθήσει νομοθέτες στο να πάρουν ισχυρές αποφάσεις όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος.

Το καταγραφικό σύστημα Modis παρέχει υψηλή ραδιομετρική ευαισθησία (12Bit) σε 36 φασματικά κανάλια των οποίων τα μήκη κύματος κυμαίνονται από 0,4μm έως 14,4 μm. Οι ανακλάσεις είναι προσαρμοσμένες στις ξεχωριστές ανάγκες του συνόλου των χρηστών. Δύο κανάλια απεικονίζονται με μια εικονική ευκρίνεια των 250 m στο ναδίρ, με 5 κανάλια στα 500 m και τα εναπομείναντα 29 κανάλια στο 1 km. Ένας βαθμός ± 55 σαρωτικού πρότυπου στην τροχιά EOS των 705 km πραγματοποιεί μια λωρίδα 2330 km και παρέχει παγκόσμια κάλυψη κάθε μια με 2 μέρες. Το σύστημα κατόπτρων σάρωσης χρησιμοποιεί μια συνεχή περιστροφή ενός διπλού κάτοπτρου σάρωσης για να σαρώσει ± 55 μοίρες και καθοδηγείται από ένα μηχανικό κωδικογράφο κατασκευασμένο για να λειτουργεί στο 100% του κύκλου καθηκόντων του σε όλη την προσχεδιασμένη ζωή των 6 ετών του. Το οπτικό σύστημα αποτελείται από ένα τηλεσκόπιο εκτός, το οποίο κατευθύνει την ενέργεια σε 4 διαθλαστικά αντικείμενα στόχους. Ένα για κάθε φασματική περιοχή VIS, NIR, SWIR, MIR και LWIR για να καλύψουν μια συνολική περιοχή φάσματος από 0,4 σε 14,41μm.

Ένας ψύκτης υψηλής απόδοσης παρέχει ψύξη στους 83 K για τα 20 υπέρυθρα κανάλια σε 2 HgCdTe σκάφη εστιακών συστημάτων (FPA/ΣΕΣ). Μια ασυνήθιστη τεχνολογία προϊόντος φωτοδιόδου σιλικόνης για το ορατό και κοντινό υπέρυθρο παρέχει ένα υψηλό-βαθμό απόδοσης και ένα προϊόν χαμηλού θορύβου με εξαιρετική περιοχή δυναμικού.

Μια τρίτη ενότητα, η κεντρική ηλεκτρονική ενότητα (MEM/ΚΗΕ), προσφέρει ενέργεια, συστήματα ελέγχου, εντολές τηλεμετρο και ηλεκτρονικά μέτρησης. Το σύστημα περιέχει επίσης, επάνω στο σκάφος, τέσσερις μετρητές καθώς και: ένα ηλιακό διαδότη (SD/ΗΔ), ένα μαύρο σώμα εγκοπής ν (BB/ΜΣ), ένα σύστημα μέτρησης φασματοραδιομετρίας (SRCA/ΣΜΦΡ) και έναν καταγραφέα ισορροπίας ηλιακής διάχυσης (SDSM/ΚΙΗΔ). Το πρώτο όργανο πτήσης Modis, Protoflight Model (μοντέλο πρώτης πτήσης/ΜΠΠ) ή PFM είναι ενιαίο με το διαστημικό σκάφος Terra (EOS AM-1). Ο Terra εκτοξεύθηκε επιτυχώς στις 18 Δεκεμβρίου του 1999. Το δεύτερο όργανο πτήσης Modis flight 1 ή FM1 (μοντέλο πτήσης 1/ΜΠ1) είναι ενιαίο με το διαστημικό σκάφος Aqua (EOS OM-1) εκτοξεύθηκε επιτυχώς στις 4 Μαΐου του 2002. Αυτά τα όργανα Modis προσφέρουν μια πρωτοφανή ματιά στη γήινη, ατμοσφαιρική και ωκεάνια φαινομενολογία για μια ευρεία και ποικίλη ομάδα χρηστών ανά τον κόσμο.

- Τροχιά: 705 km, 10:30 π.μ. (Terra) ή 1:30 μ.μ. (Aqua), ηλιοσύγχρονος κοντά στους πόλους, κυκλική.
- Ποσοστό σάρωσης: 20,3 rpm(κύκλος / λεπτό) εγκάρσια διαδρομή
- Ζώνη πλάτους/ μήκος: 2330 km (εγκάρσια διαδρομή) επί 10 km (μαζί με τη διαδρομή στο ναδίρ).
- Διαστάσεις:
- Τηλεσκόπιο: 17,78 cm διάμετρος από τον άξονα, εστιακό με ενδιάμεσο πεδίο ακινητοποίησης.
- Μέγεθος: 1,0 x 1,6 x 1,0 m
- Βάρος: 228,7 kg
- Ισχύς: 162,5 W (μέσος όρος μονής τροχιάς)
- Ποσοστό δεδομένων: 10,6 Mbps (ημερίσιο ζενίθ), 6,1Mbps(μέσος όρος τροχιάς).
- Αναγωγή σε κβάντα: 12bits
- Χωρική ευκρίνεια:
- 250 m (κανάλια 1-2)
- 500 m (κανάλια 3-7)
- 1000 m (κανάλια 8-36)
- Διάρκεια ζωής: 6 χρόνια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3⁰⁵. Οι ιδιότητες του αισθητήρα Modis και η προτεινόμενη εφαρμογή κάθε φασματικού καναλιού

ΧΡΗΣΗ	ΚΑΝΑΛΙ	ΜΗΚΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ (nm) 1	ΦΑΣΜΑΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ SNR 3
Ξηρά, θάλασσα, νέφη, όρια αιωρούμενων σωματιδίων	1	620-670	21,8	128
	2	841-876	24,7	201
Ξηρά, θάλασσα, νέφη, ιδιότητες αιωρούμενων σωματιδίων	3	459-479	35,3	243
	4	545-565	29	228
	5	1230-1250	5,4	74
	6	1628-1652	7,3	275
	7	2105-2155	1	110
Χρώμα ωκεανών, φυτοπλακτών, Βιοχημεία	8	405-420	44,9	880
	9	438-448	41,9	838
	10	483-493	32,1	802
	11	526-536	27,9	754
	12	546-556	21	750
	13	662-672	9,5	910
	14	673-683	8,7	1087
	15	743-753	10,2	586
	16	862-877	6,2	516
Περιεχόμενοι στην ατμόσφαιρα υδρατμοί	17	890-920	10	167
	18	931-941	3,6	57
	19	915-965	15	250
				ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ NE[delta]T(K) 4
Επιφάνεια, Θερμοκρασία νεφών	20	3660-3840	0,45	0,05
	21	3929-3989	2,38	2
	22	3929-3989	0,67	0,07
	23	4020-4080	0,79	0,07
Θερμοκρασία ατμόσφαιρας	24	4433-4498	0,17	0,25
	25	4482-4549	0,59	0,25
Χαρτογράφηση νεφών (Cirrus Clouds) υδρατμοί	26	1360-1390	6	150
	27	6535-6895	1,16	0,25
	28	7175-7475	2,18	0,25
Ιδιότητες νεφών	29	8400-8700	9,58	0,05
Όζον	30	9580-9880	3,69	0,25
Θερμοκρασία επιφάνειας και νεφών	31	10780-11280	9,55	0,05
	32	11770-12270	8,94	0,05
Ύψος κορυφών νεφών	33	13185-13485	4,52	0,25
	34	13485-13785	3,76	0,25
	35	13785-14085	3,11	0,25
	36	14085-14385	2,08	0,25

Κεφάλαιο 4

Erdas Imagine 9.1

Από την ίδρυσή της, ERDAS Imagine έχει χρησιμοποιηθεί για πολλές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της διαχείρισης των φυσικών πόρων, των τηλεπικοινωνιών, τον αστικό σχεδιασμό και τη χαρτογράφηση των ενδιαιτημάτων. Απλό, εύκολο στη χρήση γραφικό περιβάλλον εργασίας του προϊόντος παρουσιάζει στους χρήστες ένα συγκρότημα με σουίτες της υψηλής ισχύος χωρικών ενίσχυση και εργαλείων ανάλυσης. Επιπλέον, επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας του λογισμικού είναι αρκετές και περιλαμβάνουν εκείνων που απαιτούνται για την εκτέλεση των καθηκόντων που κυμαίνονται από γεωμετρική διόρθωση και βελτίωση της εικόνας στην προηγμένη επεξεργασία και ανάλυση των πολυφασματικών και υπερφασματικών εικόνων σε μορφή 2-D και 3-D περιβάλλοντα.

Το λογισμικό ERDAS Imagine είναι μια ευρεία συλλογή από εργαλεία λογισμικού η οποία έχει σχεδιαστεί ειδικά για την επεξεργασία εικόνων. Επιτρέπει την εξαγωγή δεδομένων από εικόνες σαν ένας έμπειρος επαγγελματίας, ανεξάρτητα από την εμπειρία ή την εκπαίδευσή του χρήστη.

Με μεγάλη και εύκολη στη χρήση επιλογή των εργαλείων επεξεργασίας εικόνας, το ERDAS Imagine, απλουστεύει και βελτιστοποιεί τη ροή εργασίας.

Μια σχεσιακή βάση δεδομένων προσφέρει τεράστια οφέλη αφού επιτρέπει στους τελικούς χρήστες ορατότητα στα δεδομένα που περιέχει και την αύξηση της προσβασιμότητας της πληροφορίας.

Κεφάλαιο 5

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εύρεση πληροφοριών και λήψη δορυφορικών εικόνων

Από ενημερωτικά έντυπα και μέσω διαδικτύου έγινε η εύρεση πληροφοριών αναφερόμενων σε συμβάντα εκδήλωσης πυρκαγιών. Αρχικά η περίοδος έρευνας ήταν για τα έτη 2008 και 2009 αλλά λόγω του ότι οι αναφορές σε πυρκαγιές δεν ήταν επαρκής η περίοδος έρευνας επεκτάθηκε σε τρία έτη, δηλαδή από το 2007 έως το 2009.

Έχοντας τις ημερομηνίες εκδήλωσης πυρκαγιών έγινε η λήψη των δορυφορικών εικόνων ενδιαφέροντος λίγες μέρες πριν την εκδήλωση πυρκαγιάς και λίγες μέρες μετά όπως φαίνεται στον Πίνακα 4. Οι ημερομηνίες και η ώρα λήψης των εικόνων έγινε υπό τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Η ώρα λήψης της εικόνας πριν την πυρκαγιά να πλησιάζει την ώρα λήψης της εικόνας μετά την πυρκαγιά, από το καταγραφικό σύστημα.
- Η ώρα λήψης να είναι κατά τις πρωινές ώρες, αφού η λήψη κατά τις βράδυνες ώρες από το καταγραφικό σύστημα παρουσιάζει μόνο το θερμικό υπέρυθρο στην εικόνα.
- Η θέση της Κρήτης στην εικόνα να είναι περίπου στην ίδια θέση για τις εικόνες λήψης πριν και μετά την πυρκαγιά.
- Να μην υπάρχει νεφοκάλυψη πάνω από την περιοχή ενδιαφέροντος.
- Να μην υπάρχει σκίαση πάνω από την περιοχή.

Τελικά η έρευνα έγινε για 23 περιοχές εκδήλωσης πυρκαγιάς, οι οποίες παρουσιάζονται στον Πίνακα 4 ονομαστικά, και από τις οποίες οι 12 από αυτές επέφεραν αποτελέσματα.

Πίνακας 4ος. Ημερομηνίες και ώρες λήψης των δορυφορικών εικόνων για τις περιοχές εκδήλωσης πυρκαγιών.

A/A	Ημερ. Πυρκαγιάς.	Περιοχή/ Χωριό	Ημερ. Εικόνας πριν	Ώρα λήψης εικόνας πριν	Ημερ. Εικόνας μετά	Ώρα λήψης εικόνας μετά
1	22/6/2008	Πόμπια	20/6/2008	9:15	24/6/2008	9:45
2	17/7/2008	Σητεία	15/7/2008	9:10	19/7/2008	8:45
3	15/7/2008	Καθανιά	10/7/2008	8:50	17/7/2008	8:55
4	16/7/2009	Αγ. Φωτιά	15/7/2009	8:40	19/7/2009	9:10
5	27/7/2009	Σελέκανο	25/7/2009	9:15	4/8/2009	8:55
6	12/9/2009	Κεραμές	11/9/2008	9:45	25/9/2008	9:15
7	28/8/2009	Ακτούντα	25/8/2009	8:30	5/9/2009	8:25
8	7/9/2009	Σκόρδιλο	4/9/2009	9:10	17/9/2009	9:35
9	22/7/2009	Πύργος Μονοφατσίου	18/7/2009	9:10	29/7/2009	8:50
10	16/6/2009	Σητεία	11/6/2009	8:50	21/6/2009	8:45
11	9/7/2008	Μαλάξα	2/7/2008	9:40	14/7/2008	9:20
12	24/8/2009	Σφηνάριον	21/8/2009	8:55	30/8/2009	8:50
13	1/7/2009	Αγ. Ιωάννης	30/6/2009	9:20	10/7/2009	9:15
14	5/12/2008	Ορθούνι	30/11/2008	9:45	15/12/2008	9:05
15	5/9/2009	Αγ. Απόστολοι	2/9/2009	9:20	19/9/2009	9:20
16	31/10/2008	Κολυμβάρι	16/10/2008	9:20	15/11/2008	9:45
17	23/4/2008	Σκινές	21/4/2008	9:45	25/4/2008	9:20
18.1	21/8/2008	Δρυμίσκος	19/8/2008	8:45	28/8/2008	9:10
18.2	21/8/2008	Παπαδιανά	19/8/2008	8:55	28/8/2008	8:50
19	11/7/2007	Κάμπος	3/7/2007	9:15	15/7/2007	9:45
20	17/7/2008	Μακρύς Γιαλός	11/7/2008	8:50	20/7/2008	8:45
21	30/7/2007	Σελίνιο	18/7/2007	9:10	4/8/2007	9:25
22	7/8/2007	Βρύσες	2/8/2007	8:50	15/8/2007	9:05

Λήψη των δορυφορικών εικόνων.

Από την ιστοσελίδα της Nasa (ladsweb.nascom.nasa.gov/) έγινε η λήψη των δορυφορικών εικόνων ενδιαφέροντος λίγες μέρες πριν την ημερομηνία εκδήλωσης της πυρκαγιάς και λίγες μέρες μετά, με τη μορφή .hdf.

1. Από την ιστοσελίδα που ανοίγεται οι επιλογές είναι το Data και στη συνέχεια το Search.

The screenshot shows the LAADS Web interface. At the top, there is a NASA logo and the text 'GODDARD SPACE FLIGHT CENTER'. To the right, there is a link '+ Visit NASA.gov'. Below this is a banner for 'LAADS Web Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System' featuring three satellite images. A navigation bar below the banner contains links for '- HOME', '+ DATA', '+ IMAGES', '+ TOOLS', and '+ HELP'. The main content area is divided into sections: 'Data' (Search, order, and download MODIS level 1 and atmosphere data products...), 'Images' (Visually browse MODIS level 1 and atmosphere data products...), 'Tools' (Access tools to use with MODIS level 1 and atmosphere data products...), and 'Help' (Get help including tutorials and contact information...). On the right side, there is a 'NEWS' section with several entries, each with a date, title, and a '+ Read More' link.

2. Επιλογή του Terra modis.



Search for Level 1 and Atmosphere Products

If you know the file names of the products for which you are searching, you may also search for file names.

Product Selection
Please select one or more products: [+ View Help](#)

Satellite Instrument
Terra MODIS Aqua MODIS Combined Terra & Aqua MODIS Auxiliary Data

Group:
Terra Level 1 Products

Products:

- MOD01 - Level 1B Scans of raw radiances in counts
- MOD01H01 - Level 1B Calibrated Radiances - 1km
- MOD01H02 - Level 1B Calibrated Radiances - 200m
- MOD01Q02 - Level 1B Onboard Calibrator Engineering Data
- MOD01Q03 - Level 1B Calibrated Radiances - 200m
- MOD01Q04 - MODIS Terra Level 1B Subsampled Calibrated Radiances 5km
- MOD03 - Geolocation - 1km
- MOD03R101 - JERONET-based Surface Reflectance Validation Network

Please read the [disclosure](#) about the Collection 5 MOD01 L2 and MOD01 L2 products.

Temporal Selection
Please enter the temporal information in either MMDDYYYY or YYYYMMDD format: [+ View Help](#)

Temporal Type:
Date and Time Range

Start Date and Time: 10/01/2009 00:00:00
End Date and Time: 10/01/2009 23:59:59

Collection Selection
Please select a collection:
Collection: 5 - Collection 5 (TERRA) Forward and Reprocessing

Note: The Aqua products MOD01 L2, MOD05 L2, MOD06 L2, MOD07H02L2, MOD06 C3, MOD06 C2, and MOD06 H02 are only available in Collection 5.1 as of data day January 1, 2009. These products are available in Collection 5 prior to data day January 1, 2009. Please see the [Data Availability](#) page for an overview of the data availability of Collection 5 and 5.1 products.

Spatial Selection
Please enter the coordinates for your area of interest: [+ View Help](#)

Coordinate System:
None (Global Search)

Saved Parameters Selection
You may load a set of saved parameters by entering the name of the file on your system and clicking "Load". You may also save the current set of parameters to your system by entering a file name and clicking "Save": [+ View Help](#)

Name:

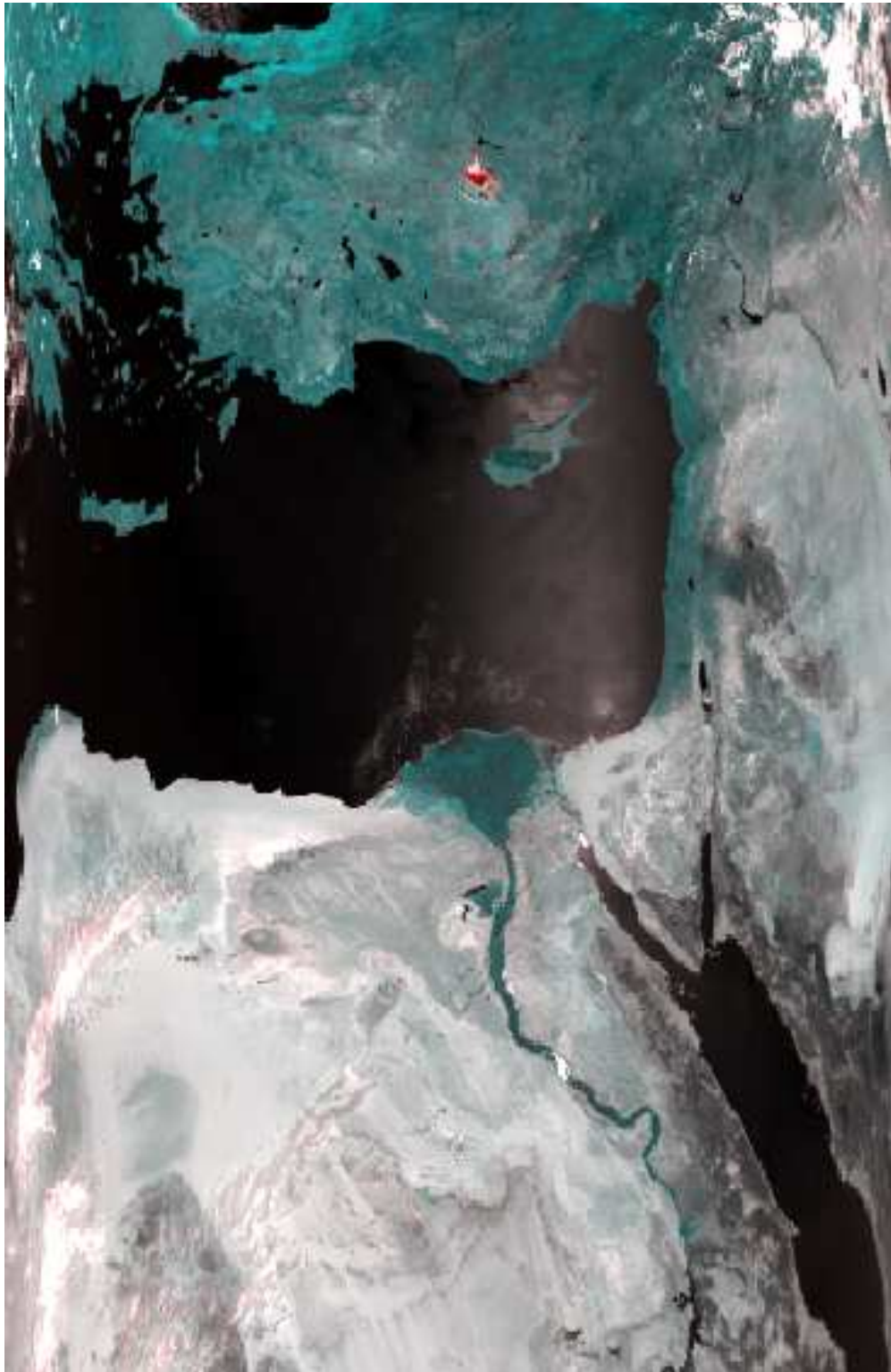
[+ Privacy Policy and Important Notices](#)

Webmaster: Hellen Haniotaki
NASA Official Ed Masuoka
[Send Us Your Comments](#)

3. Τοποθέτηση των ημερομηνιών για τις οποίες πληροφορηθήκαμε ότι υπήρχε πυρκαγιά. (λίγες μέρες πριν και μετά) .

4. Τοποθέτηση αρχείου με τις συντεταγμένες της Κρήτης. (αρχείο Search).

5. Επιλογή.



Εικόνα 1: παρουσιάζει την εικόνα της οποίας έγινε λήψη, για την παρακάτω επεξεργασία, από την ιστοσελίδα της Nasa (ladsweb.nascom.nasa.gov/) όπως καταγράφηκε από τον θεματικό χαρτογράφο Modis. Από την όλη εικόνα χρησιμοποιήθηκε μόνο η περιοχή της Κρήτης και αυτό έγινε κατορθωτό με την εφαρμογή γεωαναφοράς.

Γεωαναφορά εικόνων.

Η γεωαναφορά των εικόνων είναι θεμελιώδης για την αντιστοίχιση σε κάθε σημείο μιας εικόνας των πραγματικών χωρικών συντεταγμένων της και τελικά να μπορεί να επικαλυφθεί η ίδια εικόνα με άλλα σχετικά δεδομένα τα οποία αναφέρονται στο ίδιο σημείο περιοχής.

Τα ψηφιδωτά (raster) δεδομένα προέρχονται κυρίως από σαρωμένους χάρτες, αεροφωτογραφίες και δορυφορικές εικόνες (Εικόνα 2). Οι δορυφορικές εικόνες και οι αεροφωτογραφίες συνοδεύονται από κάποιες πληροφορίες τοποθεσίας, η οποία συνήθως δεν είναι ακριβής για να γίνει κάποια ανάλυση ή να εμφανιστούν με ακρίβεια οι εικόνες αυτές με τα άλλα ψηφιακά δεδομένα. Έτσι σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να γίνει γεωαναφορά στα raster δεδομένα, για να οριστεί πως τα δεδομένα θα εφαρμόζονται σε συντεταγμένες χάρτη. Με άλλα λόγια η γεωαναφορά, δίδει συντεταγμένες στην εικόνα (Εικόνα 3), που αντιστοιχούν σε μία συγκεκριμένη περιοχή του πραγματικού κόσμου.

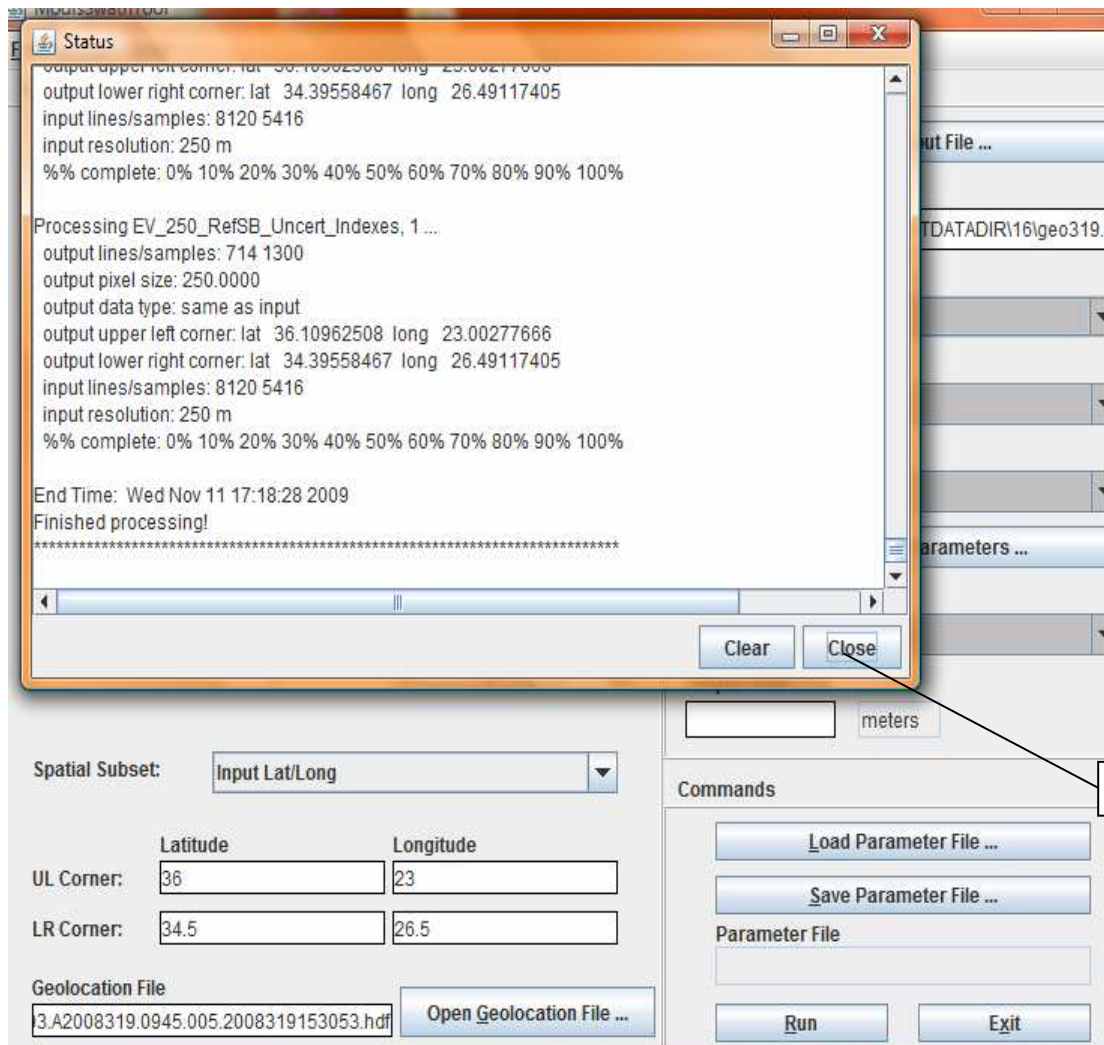
Γενικά η γεωαναφορά του raster αρχείου γίνεται με την αναγνώριση πάνω στην φωτογραφία ορισμένων σημείων, που είτε γνωρίζουμε τις συντεταγμένες τους, είτε μπορούμε να τα αναγνωρίσουμε πάνω σε ένα έτοιμο coverage ή shape File που διαθέτουν ήδη συντεταγμένες (στην περίπτωση του θεματικού χαρτογράφου Modis οι δορυφορικές εικόνες που ελήφθησαν συνοδεύονταν με ένα αρχείο Geolocation). Τα χαρακτηριστικά αυτά σημεία είναι συνήθως τομές δρόμων, ποταμιών, χαρακτηριστικά σημεία ακτογραμμής, ή κατόψεις κτιρίων κλπ. Τα χαρακτηριστικά σημεία καλούνται και σημεία επιγείου ελέγχου (ground control points GCP's) και στην ουσία συνδέουν σημεία του raster, με σημεία γνωστών συντεταγμένων.

Η διαδικασία γεωαναφοράς των εικόνων έγινε με το πρόγραμμα Modis Swath Tool το οποίο διατίθεται δωρεάν από την ιστοσελίδα της Nasa (adsweb.nascom.nasa.gov/). Οι εικόνες ενδιαφέροντος γεωαναφέρθηκαν στο προβολικό σύστημα UTM ζώνη 34 N.

The screenshot shows the Modis Swath Tool interface with the following callouts:

- 1. Επιλογή της εικόνας που προορίζεται για γεωαναφορά.** (Selection of the image to be georeferenced.)
- 2. Τοποθέτηση των συντεταγμένων της Κρήτης.** (Setting the coordinates of Crete.)
- 3. Τοποθέτηση του αρχείου γεωαναφοράς.** (Setting the georeferencing file.)
- 4. Ονομασία της καινούργιας εικόνας με τελικό όνομα.tif.** (Naming the new image with a final .tif extension.)
- 5. Επιλογή του εγγύτερου γείτονα.** (Selection of the nearest neighbor.)
- 6. Επιλογή του UTM.** (Selection of the UTM projection.)
- 7. Επιλογή του WGS1984 στο Είλιψοειδ και στο UTM zone βάζουμε 34.** (Selection of WGS1984 as the ellipsoid and UTM zone 34.)
- 8. Επιλογή.** (Execution of the process.)

Αφού επιλεγεί το Run εμφανίζεται το ακόλουθο παράθυρο.





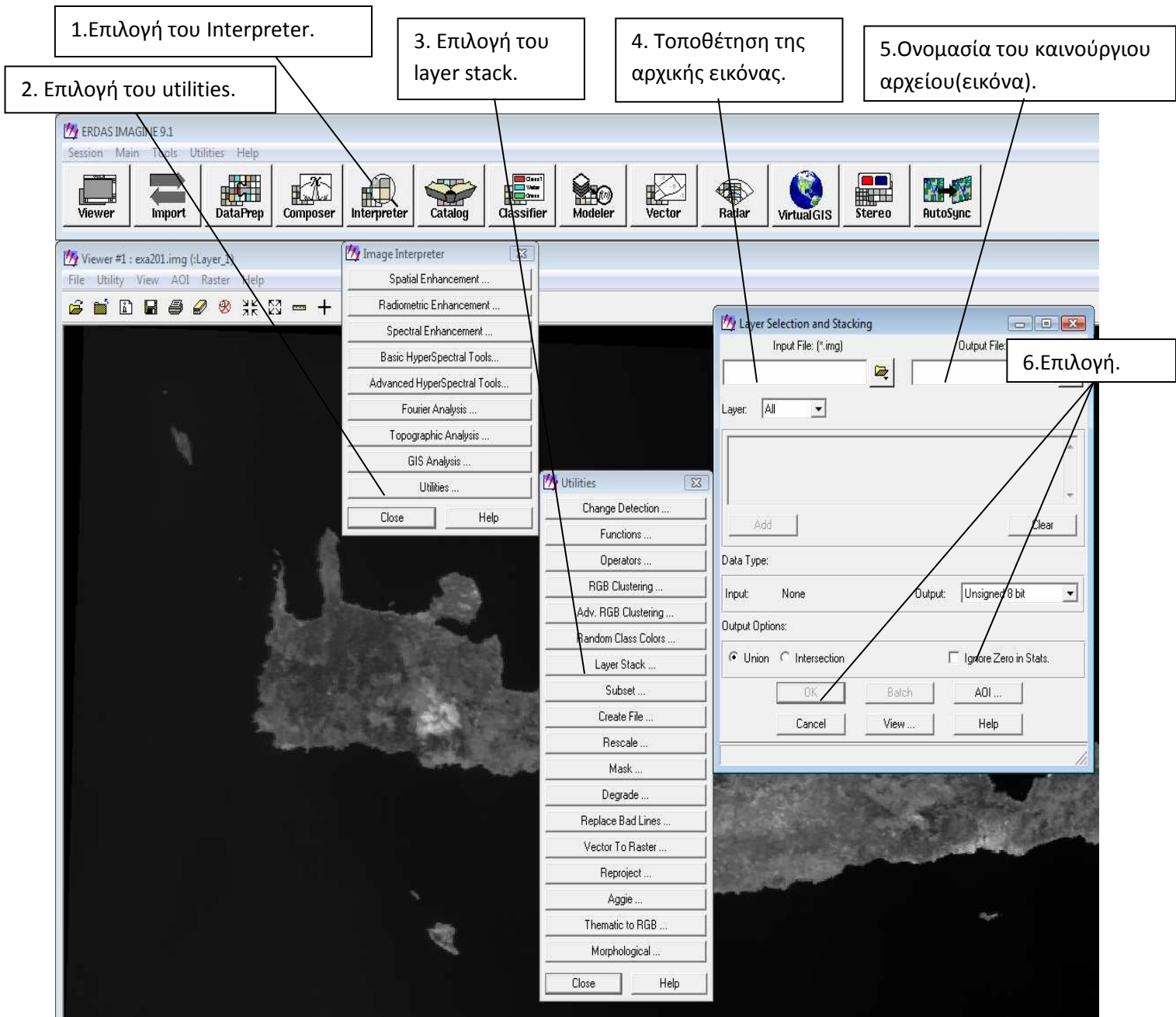
Η εικόνα 2 παρουσιάζει τη εικόνα πριν την γεωαναφορά.



Η εικόνα 3 παρουσιάζει την εικόνα μετά τη γεωαναφορά.

Μάσκα (Masking) θάλασσας.

Σκοπός αυτής της διαδικασίας, της τοποθέτησης μάσκας, είναι να κοπεί όλη η περιοχή γύρω από την Κρήτη (Εικόνα 4), δηλαδή η αφαίρεση των τιμών φωτεινότητας της θάλασσας (Εικόνα 5). Ως μάσκα εννοείται ένα διανυσματικό αρχείο (Crete-ok1.aoi) της περιοχής ενδιαφέροντος.

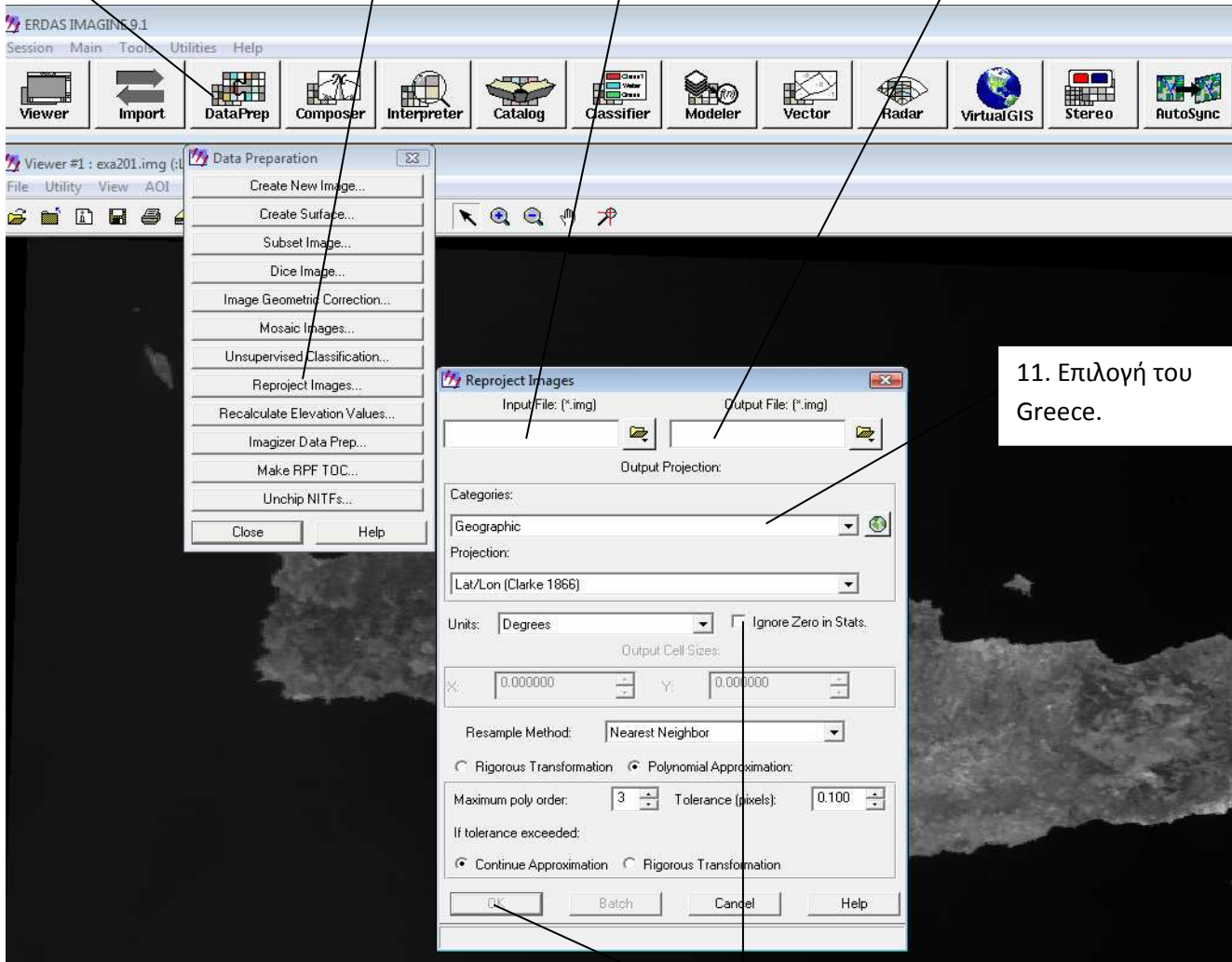


7.Επιλογή του Data prep.

8. Επιλογή του Reproject images.

9.Τοποθέτηση της εικόνας.

10.Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).



11. Επιλογή του Greece.

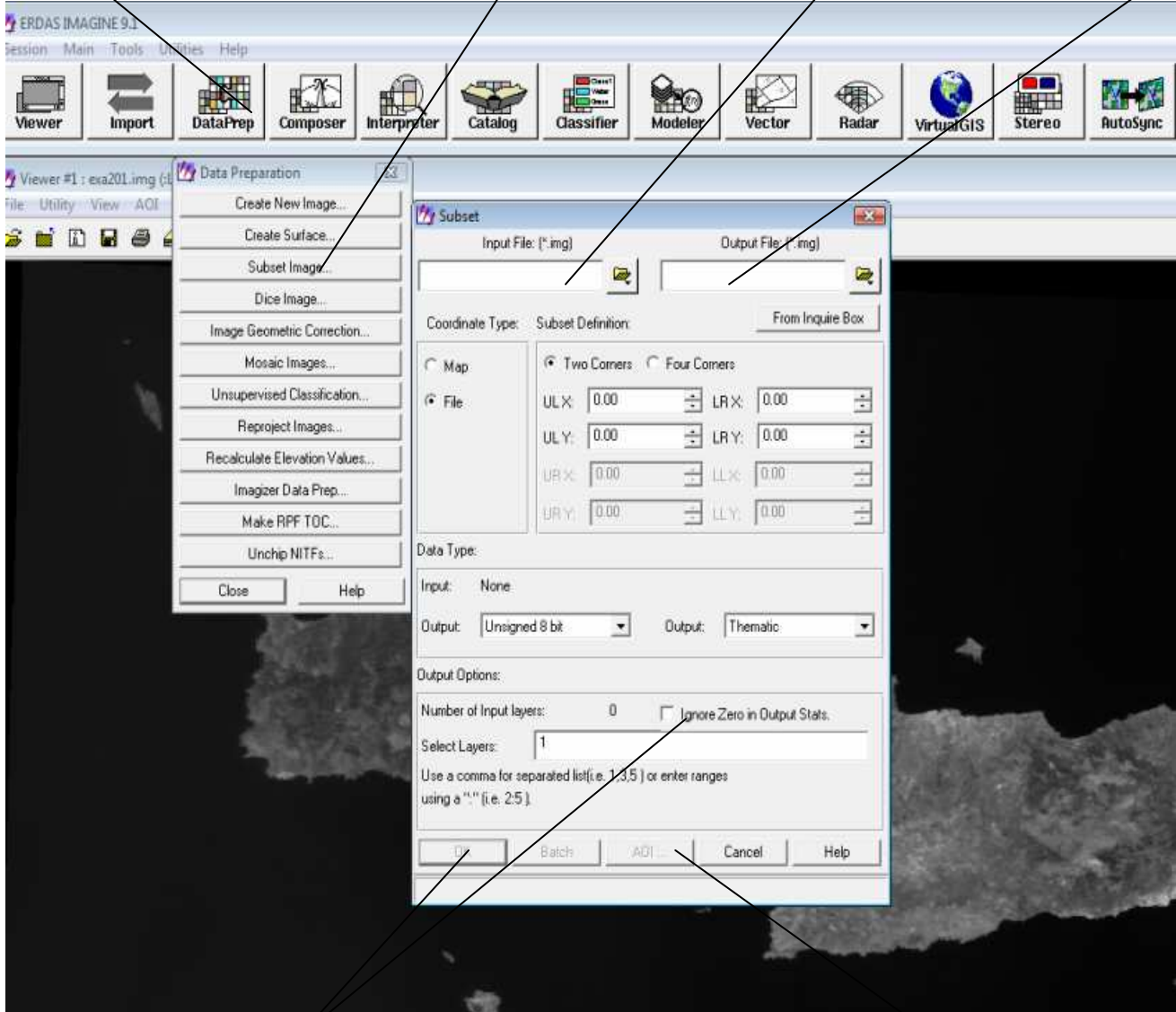
12. Επιλογή .

13. Επιλογή του Data prep.

14. Επιλογή του subset image.

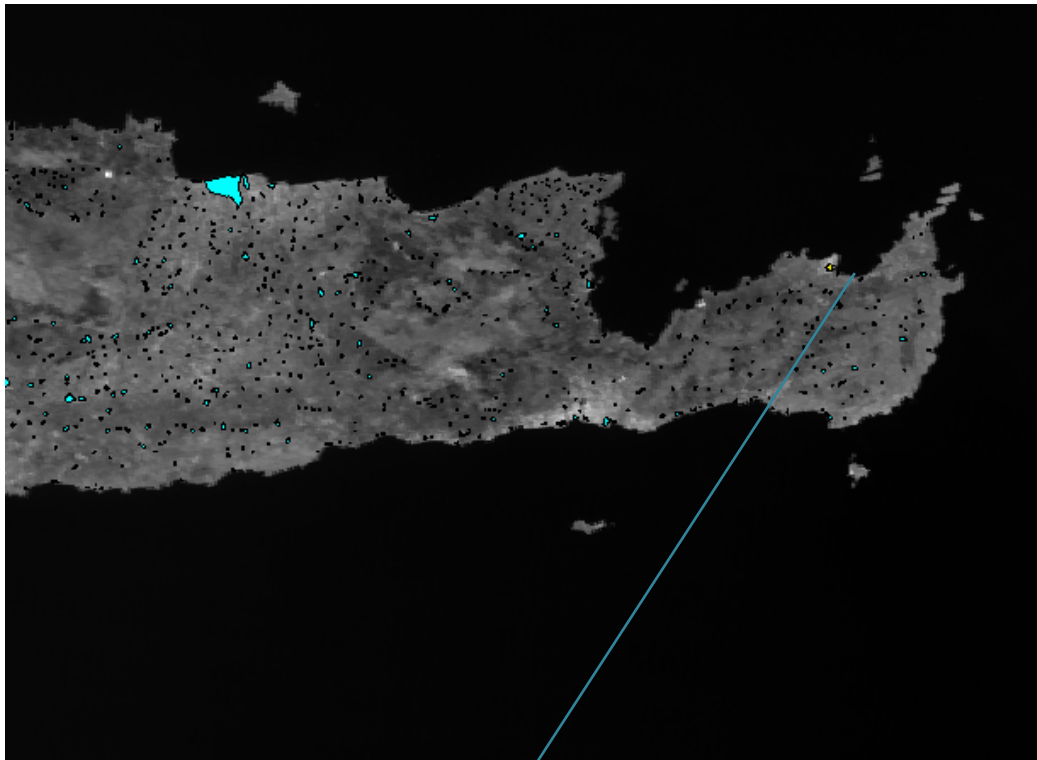
15. Τοποθέτηση της εικόνας.

10.Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).



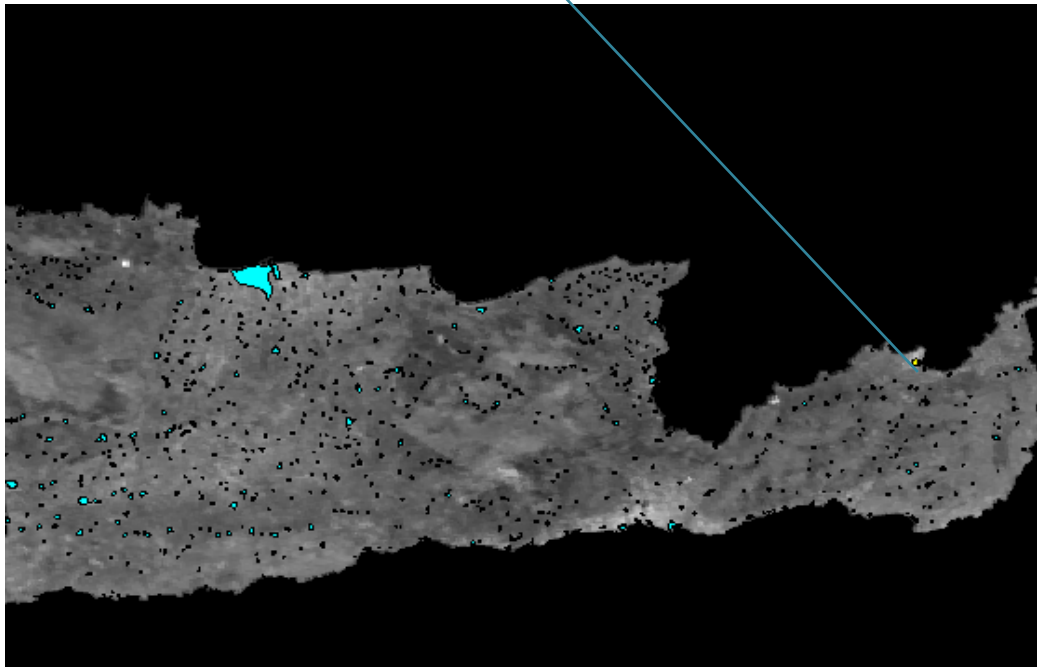
18. Επιλογή .

17. Επιλογή του αρχείου της Κρήτης: Crete-ok1.aoi.



Η εικόνα 4 παρουσιάζει την δορυφορική εικόνα, στην Σητεία, πριν τη μάσκα.

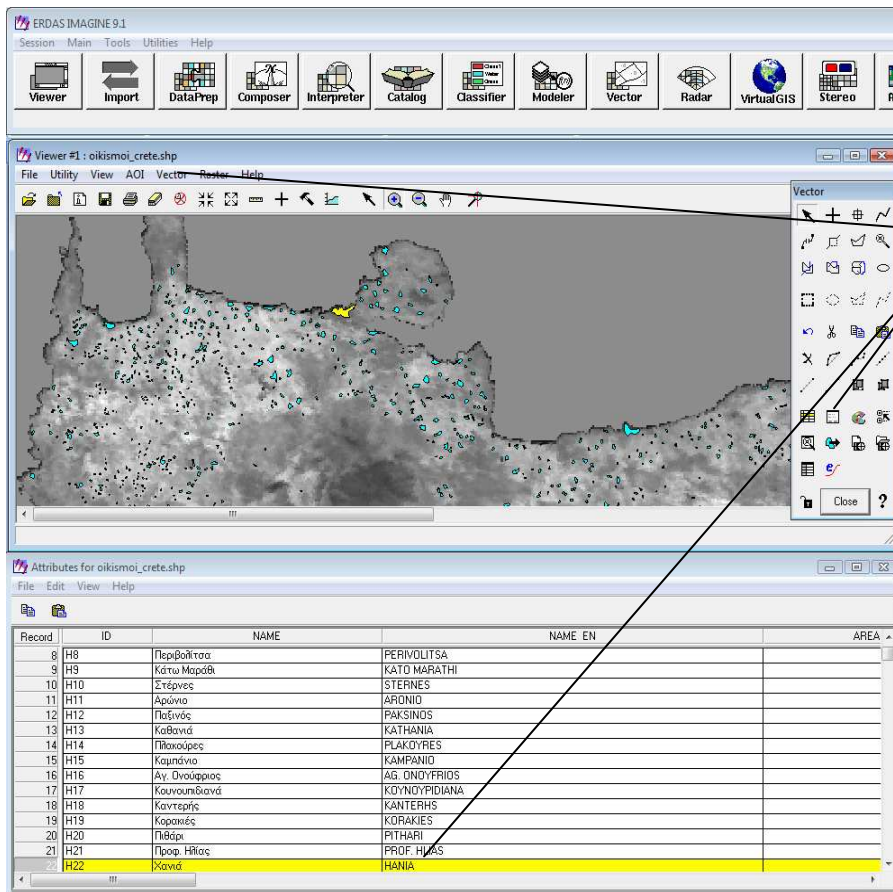
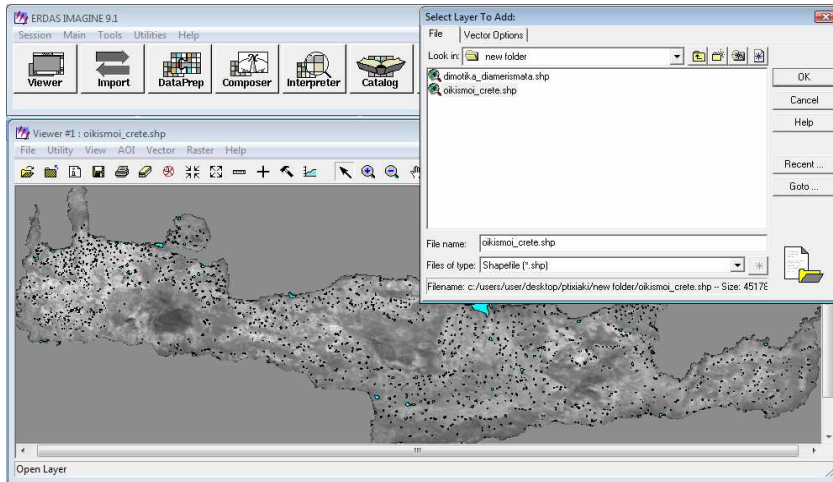
Σητεία.



Η εικόνα 5 παρουσιάζει την δορυφορική εικόνα, στην Σητεία, μετά τη μάσκα.

Υπέρθωση αρχείου(shapefile) οικισμών.

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε για να για την αναγνώριση της περιοχής ενδιαφέροντος στην εικόνα.



Ραδιομετρική διόρθωση.

Η ραδιομετρική διόρθωση, έχει να κάνει με την απαλοιφή σφαλμάτων που οφείλονται στην απορύθμιση των αισθητήρων του καταγραφέα και γενικά σε σφάλματα και αλλοιώσεις που προέρχονται από τα τεχνικά στοιχεία της διαδικασίας καταγραφής και μετάδοσης. Δηλαδή διορθώνει ραδιομετρικά και ατμοσφαιρικά σφάλματα προερχόμενα από την επίδραση του ανάγλυφου, όπως είναι η σκιά ενός ορεινού όγκου.

Στη περίπτωση των δορυφορικών εικόνων Modis εφαρμόζεται ραδιομετρική διόρθωση λόγω θολότητας των εικόνων(Εικόνα 6) αφού η χωρική διακριτική ικανότητα του θεματικού χαρτογράφου Modis είναι στα 500 μέτρα. Για τη βελτίωση της εικόνας επιλέχθηκαν τα κανάλια 1 και 2 του θεματικού χαρτογράφου (Εικόνα 7).

1. Επιλογή του Interpreter.

2. Επιλογή του Basic hyper spectral tools.

3. Επιλογή του Automatic Rel. Reflectance.

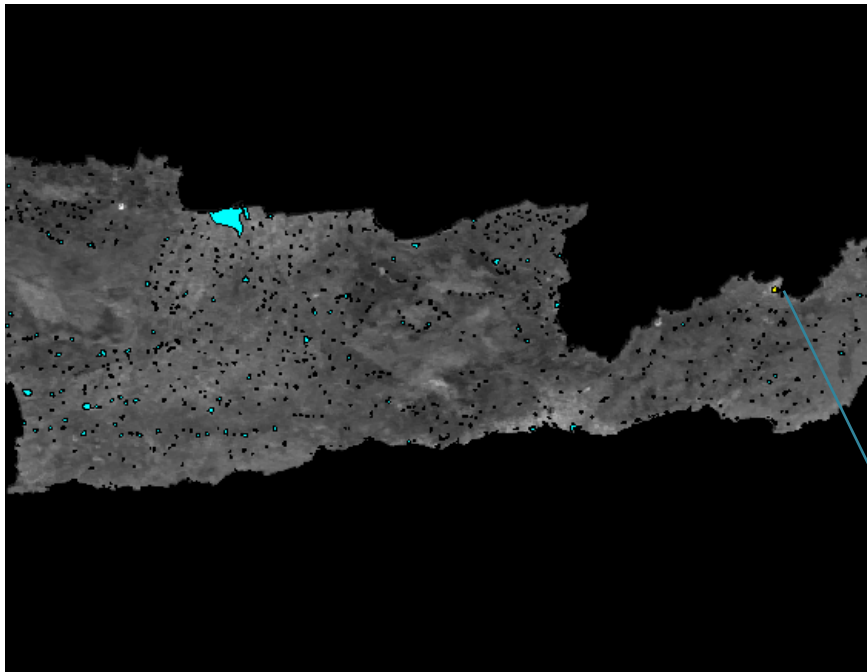
4. Τοποθέτηση της εικόνας.

5. Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).

6. Επιλογή του 1:2.

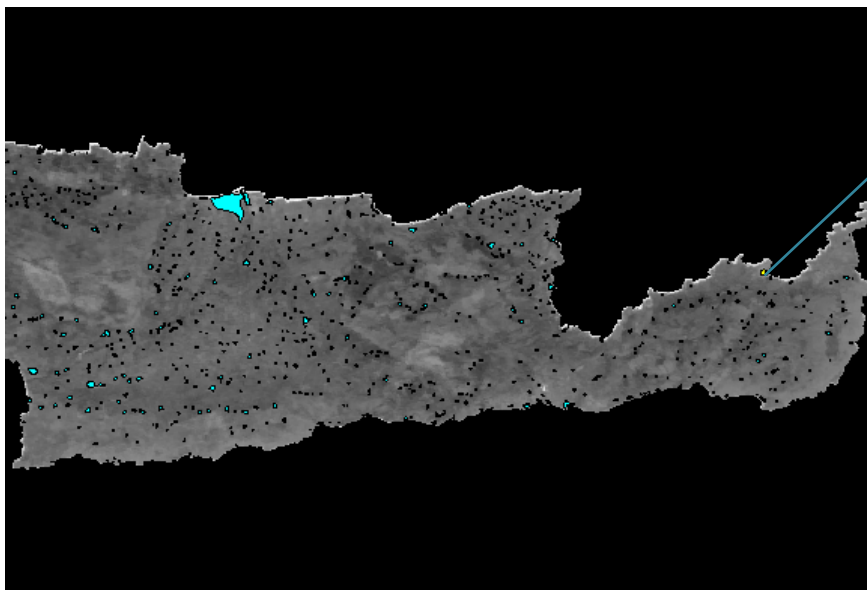
7. Επιλογή.

8536.24, 383553.79 (Transverse Mercator / GRS 1980)



Η εικόνα 6 παρουσιάζει την εικόνα, στη Σητεία, πριν τη ραδιομετρική διόρθωση όπου παρατηρούνται αλλοιώσεις λόγω σφαλμάτων.

Σητεία.



Η εικόνα 7 παρουσιάζει την εικόνα, στη Σητεία, μετά την ραδιομετρική διόρθωση όπου και έγινε η απαλοιφή των σφαλμάτων.

Κανονικοποιημένος δείκτης βλάστησης (δείκτης NDVI).

Μία μέθοδος φασματικής ενίσχυσης είναι ο δείκτης βλάστησης NDVI, ο οποίος όχι μόνο αναδεικνύει τις περιοχές που έχουν βλάστηση στην εικόνα, αλλά δίνει πληροφορίες σχετικά με το πόσο υγιή είναι τα φυτά.

Βασική αρχή του NDVI:

Το σχήμα δεξιά δείχνει ότι: (A) η υγιής βλάστηση απορροφά περισσότερο από το κόκκινο φως από ότι η άρρωστη βλάστηση όπως φαίνεται στο (B).

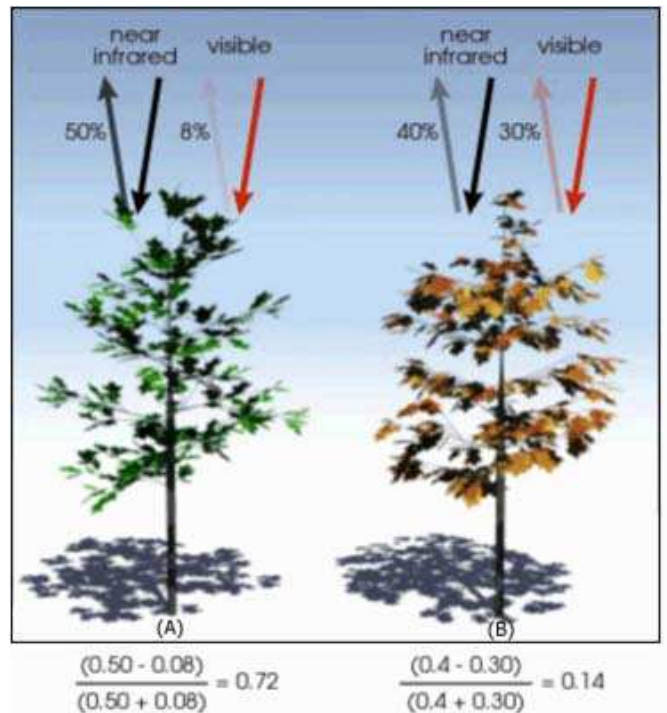
Η βασική εξίσωση πίσω από την πράξη αυτή μπορεί να εκφραστεί ως:

$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R)$ όπου, NIR = η τιμή στο εγγύς υπέρυθρο κανάλι, R = η τιμή στο κόκκινο κανάλι, όπως καταγράφονται από τον αισθητήρα του δορυφόρου.

Συνεπώς η υγιής βλάστηση απορροφά περισσότερη κόκκινη ακτινοβολία από ότι η ασθενής βλάστηση.

Η NDVI εξίσωση υπολογίζει έναν αριθμό που αντιπροσωπεύει την κατάσταση της υγείας των φυτών. Επίσης, για μια δεδομένη NDVI εικόνα. Η NDVI τιμή ανά pixel πάντα κυμαίνεται από -1 έως 1. Συνεπώς, οι περιοχές που στερούνται βλάστηση δίνουν μια αρνητική τιμή ή μια τιμή κοντά στο μηδέν, αντιθέτως μία τιμή NDVI κοντά στο +1 αντιπροσωπεύει πλούσια βλάστηση.

Ο υπολογισμένος για μια εικόνα πίνακας τιμών NDVI, απεικονίζεται με διαβάθμιση των τόνων του γκρι. Ο δείκτης βλάστησης εξαρτάται από πολλούς περιβαλλοντικούς παράγοντες. Για μια μεγάλη έκταση βλάστησης ο κύριος παράγοντας είναι η υγρασία στο ριζόστρωμα των φυτών.



Η εξαγωγή του κανονικοποιημένου δείκτη βλάστησης NDVI για τις ημερομηνίες πριν (Εικόνα 8) και μετά την εκδήλωση των πυρκαγιών (Εικόνα 9) παρουσιάζεται πιο κάτω:

1. Επιλογή του Interpreter.

2. Επιλογή του spectral enhancement.

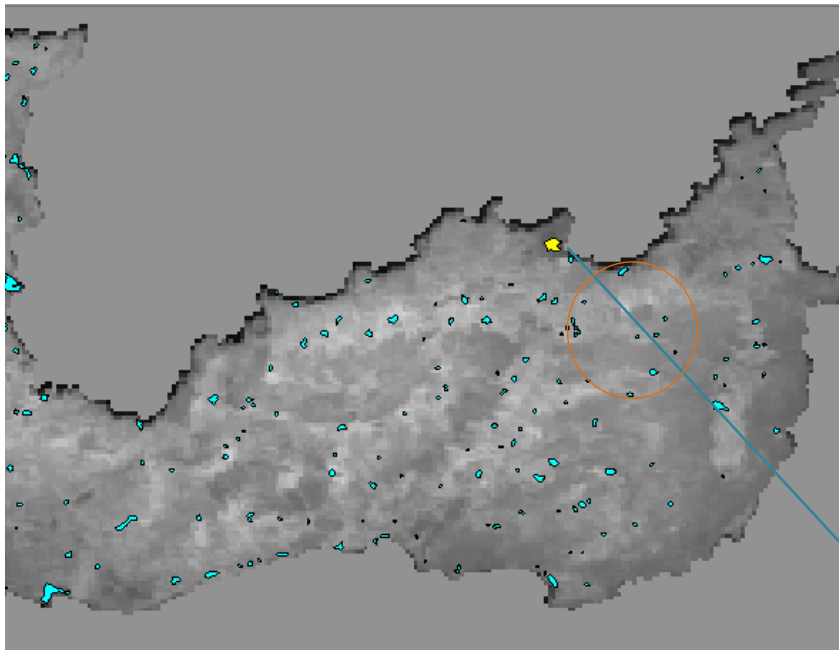
3. Επιλογή του indices.

4. Τοποθέτηση της εικόνας.

5. Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).

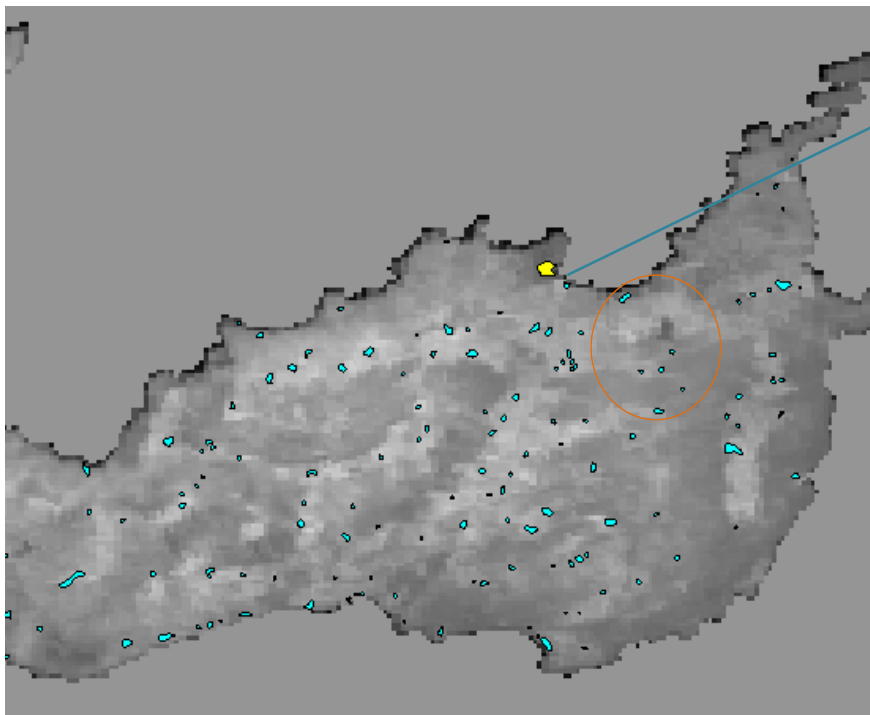
6. Επιλογή του NOAA AVHRR.

7. Επιλογή.



Η εικόνα 8 παρουσιάζει τον κανονικοποιημένο δείκτη βλάστησης NDVI πριν την πυρκαγιά, στη Σητεία, μετά την εφαρμογή της εξίσωσης $NDVI = \frac{(\text{καν}\Phi\lambda\iota\ 2 - \text{καν}\Phi\lambda\iota\ 1)}{(\text{καν}\Phi\lambda\iota\ 2 + \text{καν}\Phi\lambda\iota\ 1)}$.

Σητεία.



Η εικόνα 9 παρουσιάζει τον κανονικοποιημένο δείκτη βλάστηση NDVI μετά την πυρκαγιά στη Σητεία μετά την εφαρμογή της εξίσωσης $NDVI = \frac{(\text{καν}\Phi\lambda\iota\ 2 - \text{καν}\Phi\lambda\iota\ 1)}{(\text{καν}\Phi\lambda\iota\ 2 + \text{καν}\Phi\lambda\iota\ 1)}$.

Υπέρθωση των 2 NDVIs.

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε, layer stack μεταξύ της εικόνας λίγες μέρες πριν την εκδήλωση πυρκαγιάς και της εικόνας λίγες μέρες μετά προκειμένου να δημιουργηθεί ένα πολυφασματικό αρχείο στο οποίο να μπορεί να εφαρμοσθεί στο επόμενο στάδιο επεξεργασίας ανάλυση κυρίων συνιστωσών. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε παρουσιάζεται πιο κάτω:

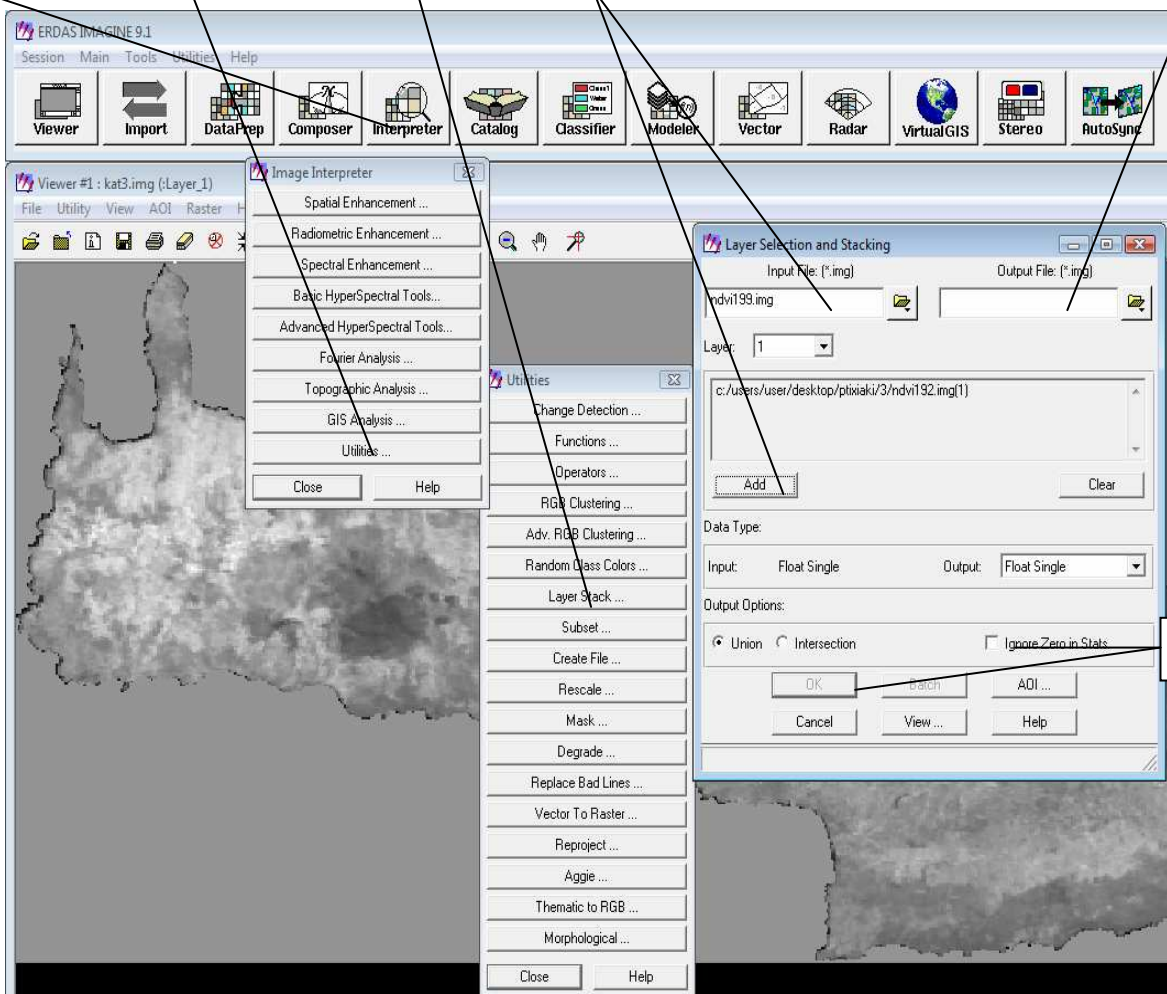
1. Επιλογή του Interpreter.

2. Επιλογή του Utilities.

3. Επιλογή του layer stack.

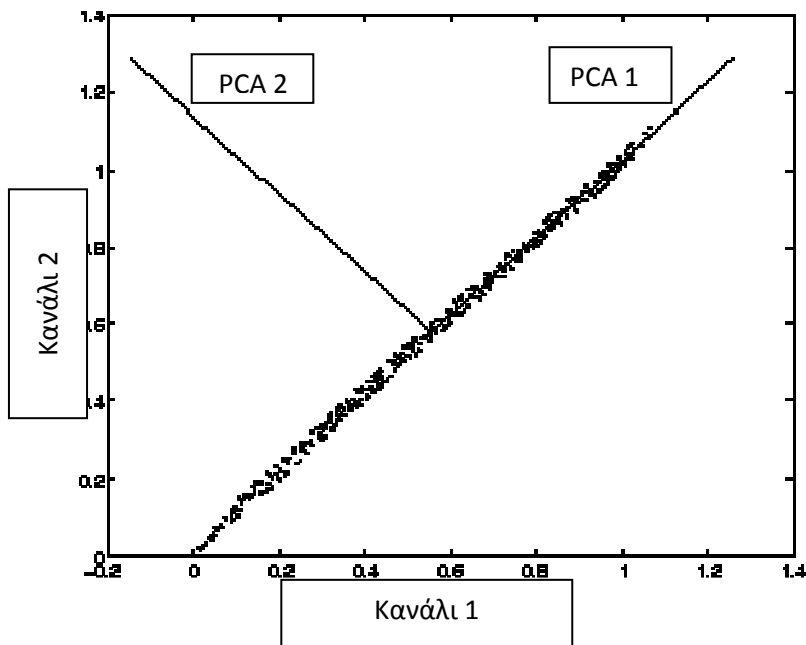
4. Επιλογή της πρώτης εικόνας NDVI επιλογή του add και μετά της δεύτερης NDVI εικόνας και ξανά add

5. Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).



6. Επιλογή .

Η ανάλυση κυρίων συνιστωσών δορυφορικών πολυφασματικών εικόνων είναι ένας μαθηματικός μετασχηματισμός που έχει χρησιμοποιηθεί για ποικίλους χαρτογραφικούς σκοπούς τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια. Στην περίπτωση των φασματικών καναλιών από 1 μέχρι 19 του θεματικού χαρτογράφου Modis ο μετασχηματισμός των κυρίων συνιστωσών παράγει μια ομάδα από ασυσχέτιστες μεταξύ τους συνιστώσες που είναι γραμμικοί συνδυασμοί των αρχικών και στις οποίες κατανέμεται το σύνολο της διασποράς των αρχικών καναλιών. Μια βασική εφαρμογή του μετασχηματισμού είναι η μείωση του αριθμού των αρχικών καναλιών μιας πολυφασματικής εικόνας που θα χρησιμοποιηθούν τελικά σε περαιτέρω ψηφιακή επεξεργασία (π.χ. ταξινόμηση) ή ερμηνεία. Για παράδειγμα, στην περιοχή του θεματικού χαρτογράφου, Modis εφαρμόζουμε μετασχηματισμό κυρίων συνιστωσών και αντί για τα αρχικά κανάλια (τα οποία συσχετίζονται μεταξύ τους σε ένα βαθμό) χρησιμοποιούμε τις τρεις πρώτες κύριες συνιστώσες που ερμηνεύουν συνήθως πάνω από το 95% της συνολικής διασποράς των αρχικών καναλιών.



Σχήμα 3^ο: τα διανύσματα των κυρίων συνιστωσών (και) πολυφασματικής εικόνας από δύο κανάλια.

Στην παρούσα εργασία και με στόχο την ανάδειξη πιθανών μεταβολών της βλάστηση στις πληγείσες περιοχές, η δημιουργηθείσα πολυφασματική εικόνα των NDVIs χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών. Προέκυψαν 2 κύριες συνιστώσες (Εικόνες 10 και 11) και τελικά μετά από επί της οθόνης παρατήρηση και μελέτη χρησιμοποιήθηκε η 2^η κύρια συνιστώσα (2nd principal component), η οποία φαίνεται να περιέχει πληροφορία σχετική με την απώλεια βλάστησης (Εικόνα 11, μαύρες περιοχές εντός κόκκινου κύκλου). Η διαδικασία που πραγματοποιείται παρουσιάζεται πιο κάτω.

1. Επιλογή του Interpreter.

2. Επιλογή του Spectral enhancement

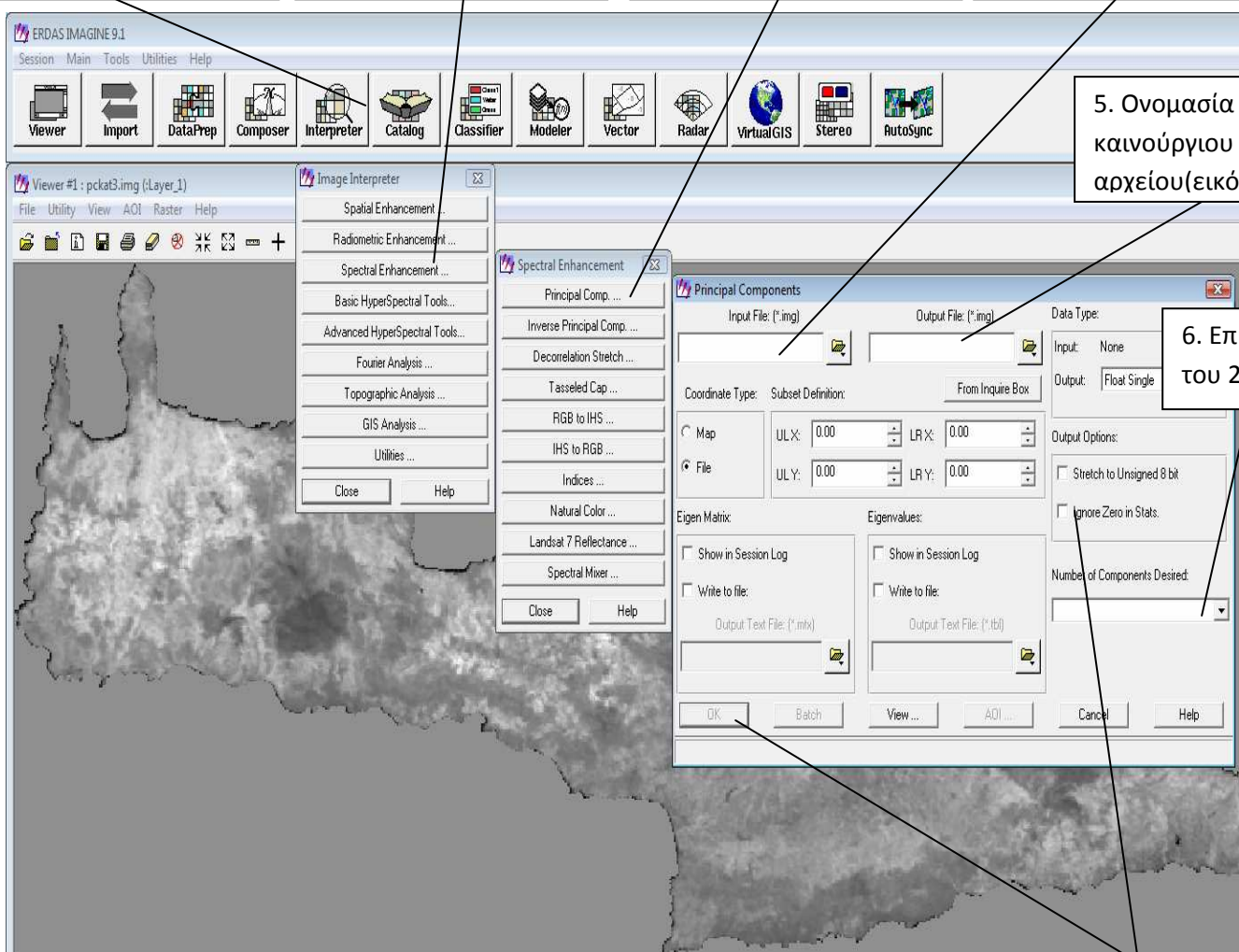
3. Επιλογή του principal component.

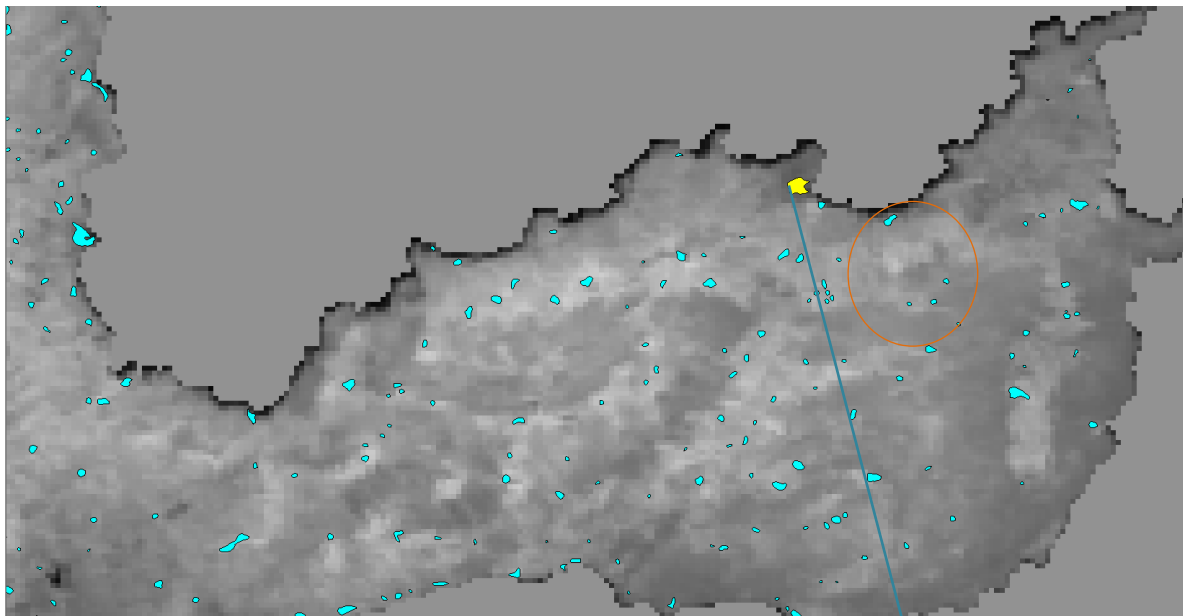
4. Τοποθέτηση της εικόνας.

5. Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).

6. Επιλογή του 2.

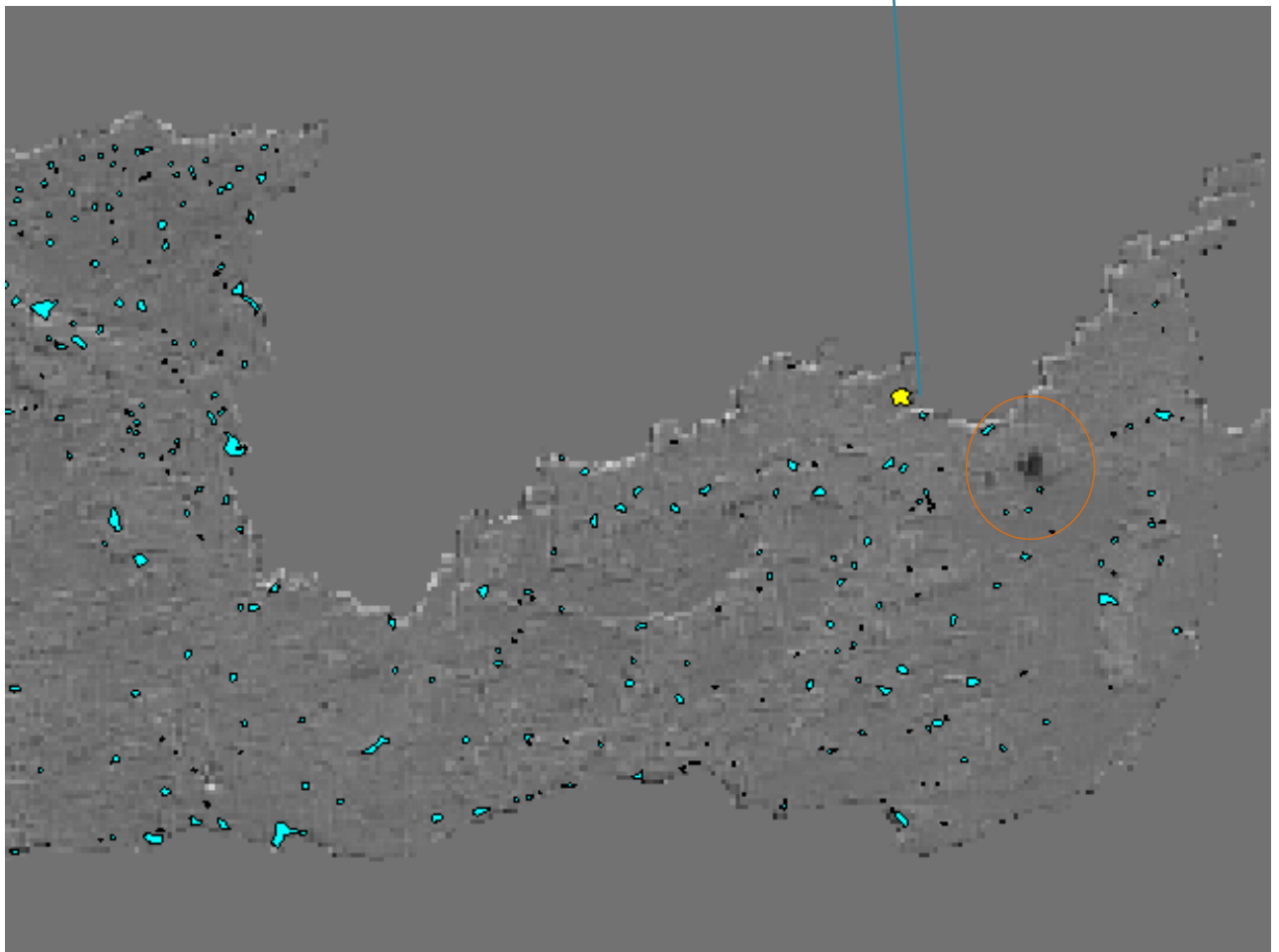
7. Επιλογή .





Η εικόνα 10 παρουσιάζει την 1^η κύρια συνιστώσα. Η περιοχή της πυρκαγιάς δεν είναι εμφανή και έτσι επιλέγεται η 2^η κύρια συνιστώσα.

Σητεία.



Η εικόνα 11 παρουσιάζει την 2^η κύρια συνιστώσα. Εδώ φαίνεται ξεκάθαρα η περιοχή της πυρκαγιάς με μαύρο χρώμα.

Μάσκα της περιοχής της πυρκαγιάς.

Η διαδικασία που παρουσιάζεται πιο κάτω πραγματοποιήθηκε για την απομόνωση της περιοχής της πυρκαγιάς (Εικόνα 12) έτσι ώστε να μπορεί να μετρηθεί το εμβαδόν της.

1. Επιλογή του Data preparation.

2. Επιλογή του subset image.

3. Τοποθέτηση της εικόνας.

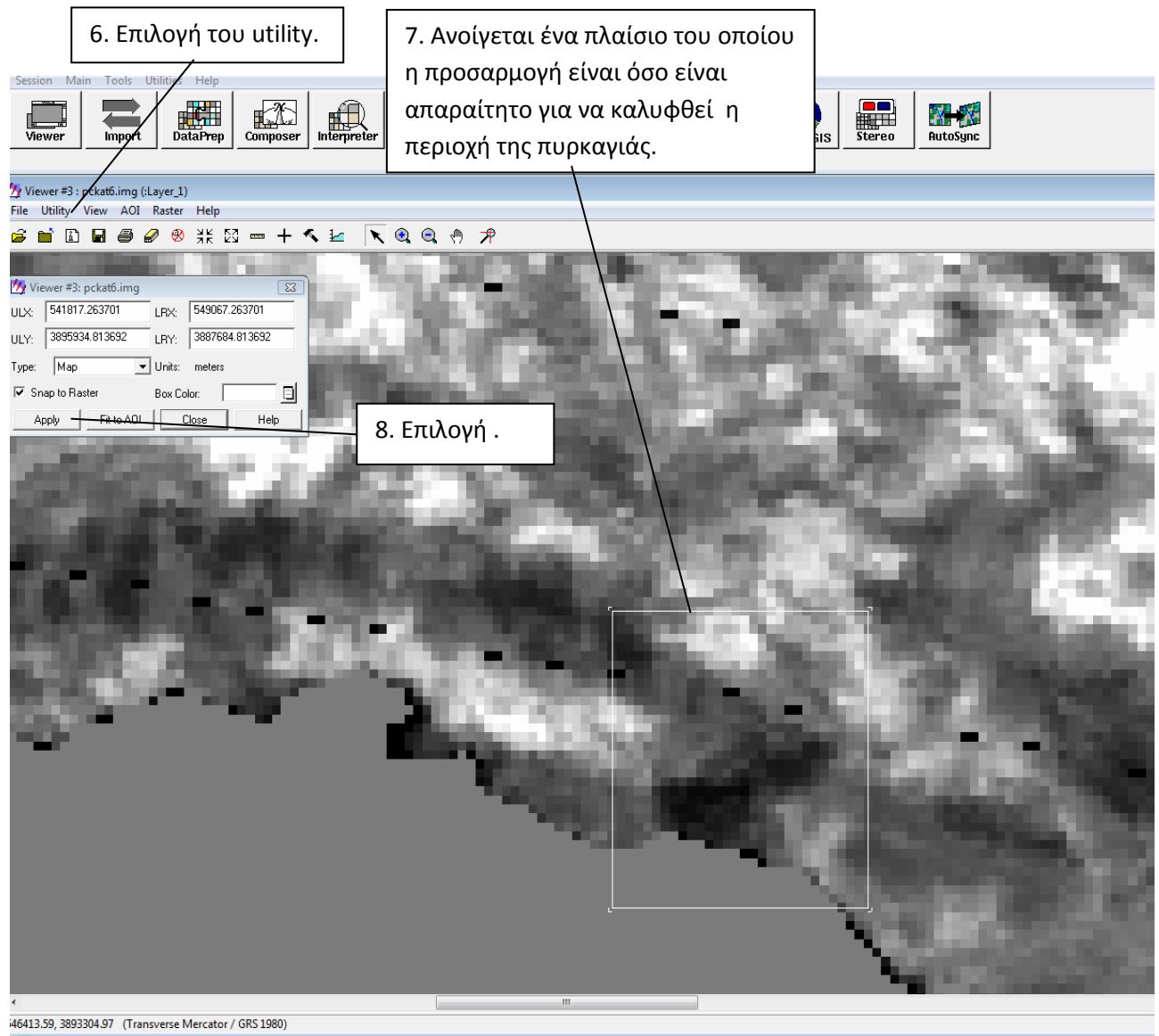
4. Ονομασία του καινούργιου αρχείου(εικόνα).

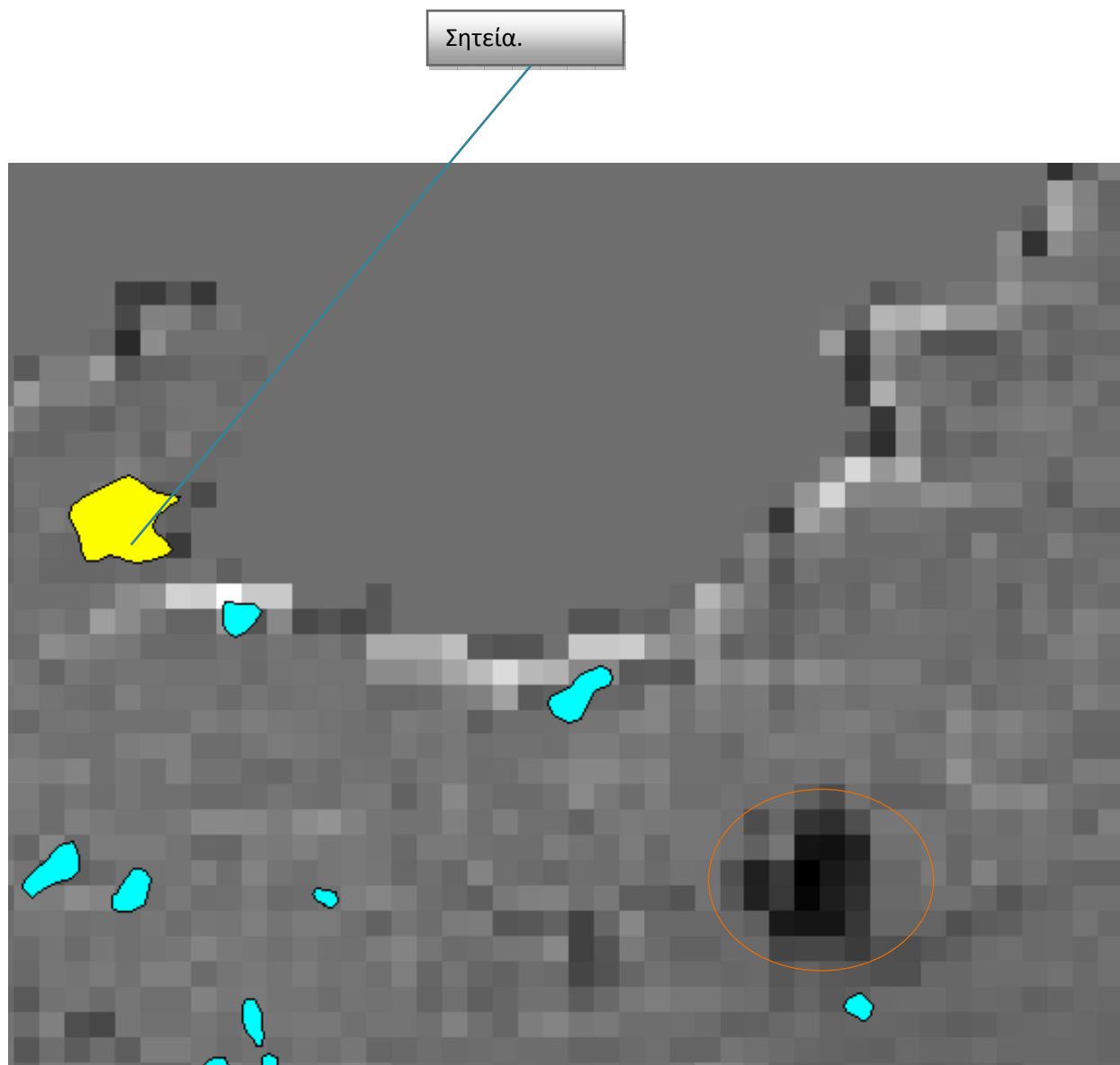
5. Επιλογή του from inquire box .

9. Επιλογή του 2.

10. Επιλογή .

Inquire box





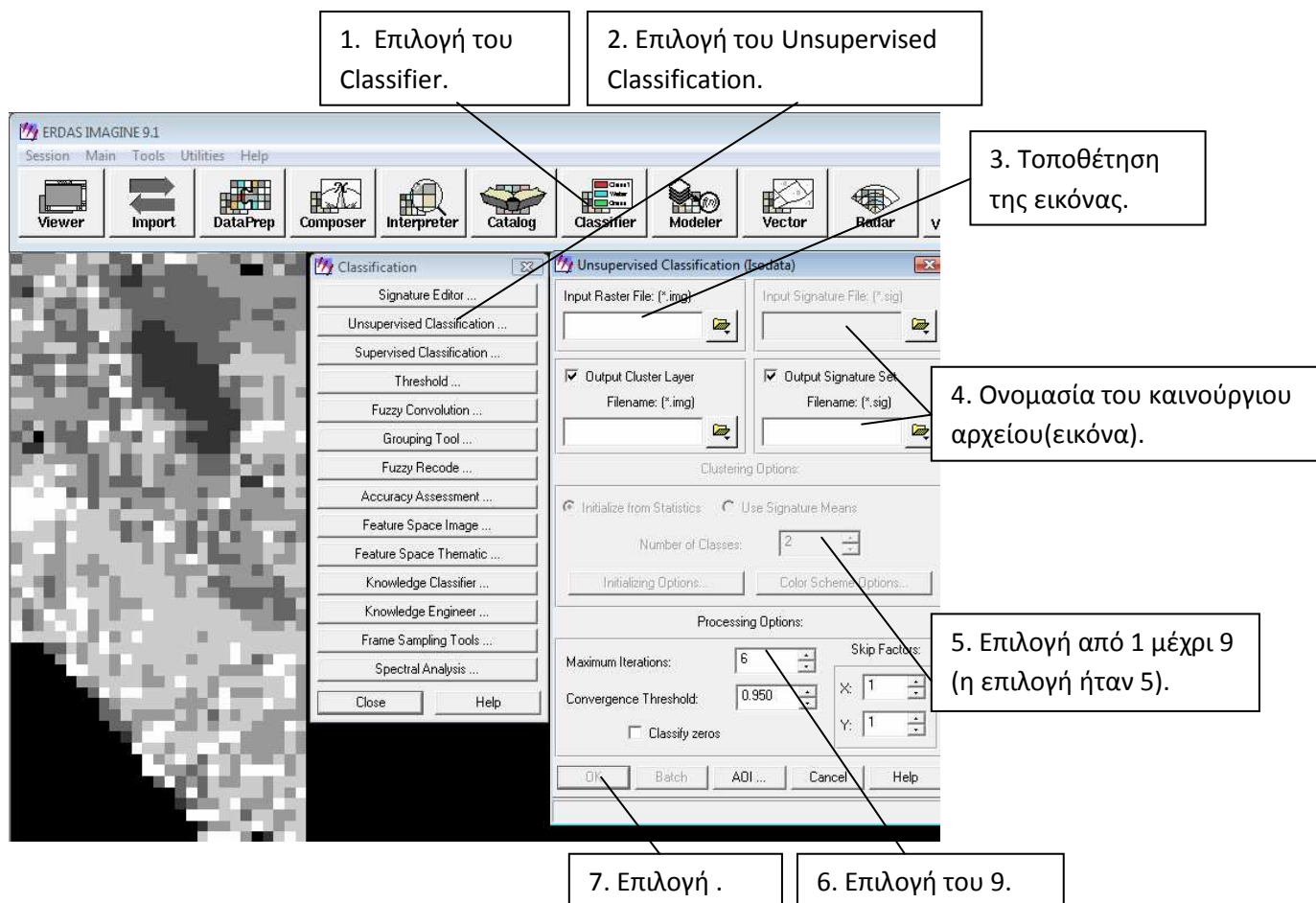
Εικόνα 12.:εικόνα μετά την μάσκα στην περιοχή της πυρκαγιάς, στη Σητεία.

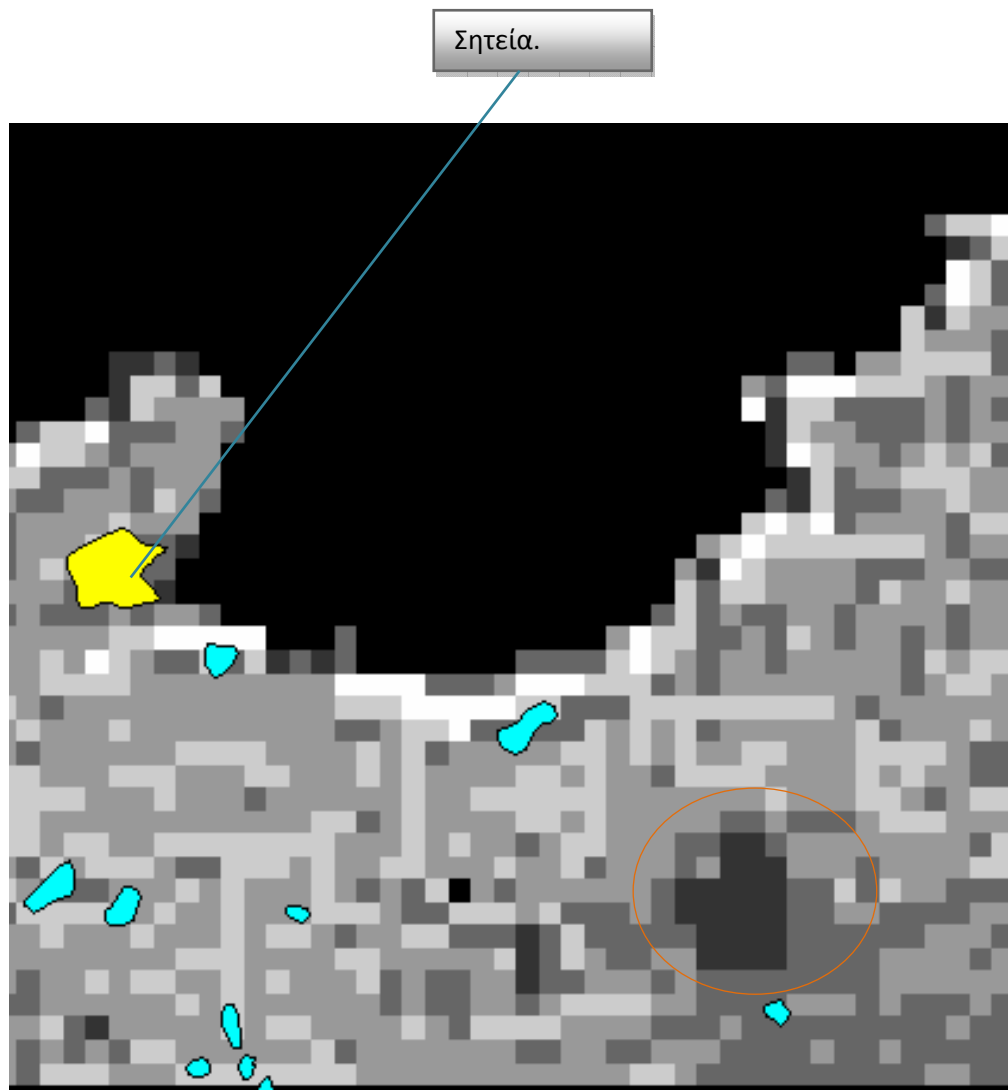
Μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση.

Η μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση αποβλέπει στην εξαγωγή των κυρίων φασματικών τάξεων οι οποίες εμφανίζονται σε μια ψηφιακή εικόνα και στην εκ των υστέρων αναγνώριση και αναφορά τους σε πραγματικές (θεματικές) τάξεις αντικειμένων/εμφανίσεων της γήινης επιφάνειας.

Η διαδικασία αυτή πρακτικά επιτρέπει τη διάκριση των θεματικών τάξεων της καμένης και της υγιούς βλάστησης.

Για πραγματοποίηση της διαδικασίας αυτής, που παρουσιάζεται πιο κάτω, ο αριθμός των τάξεων (Number of classes) ήταν 5, δηλαδή οι εικόνες εξαγωγής έχουν 5 τόνους του γκριζου χρώματος (Εικόνα 13) με αποτέλεσμα η περιοχή της καμένης έκτασης να φαίνεται με μαύρο χρώμα.



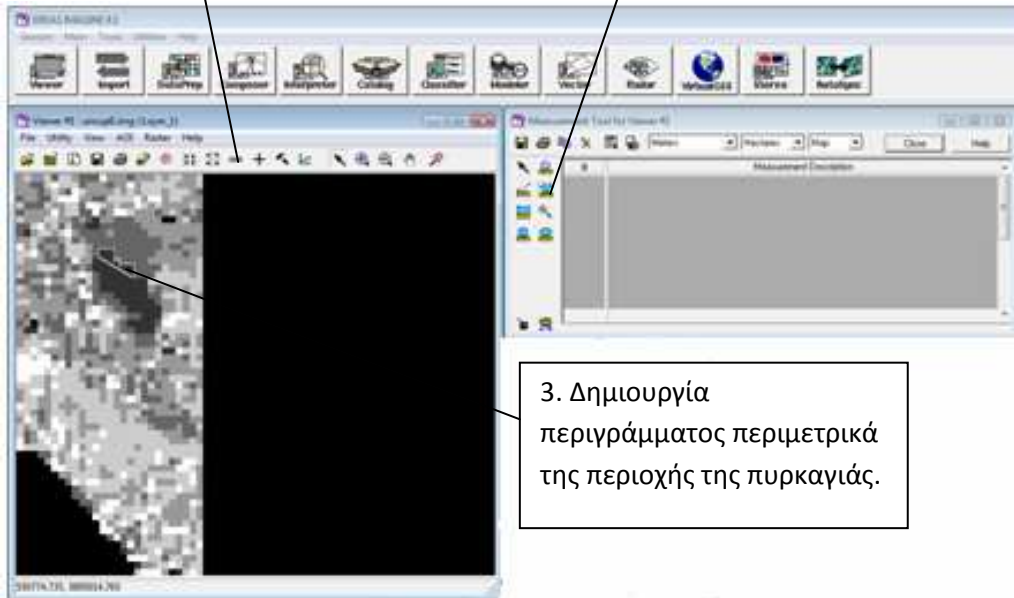


Η εικόνα 13 παρουσιάζει το αποτέλεσμα της μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης όπου ο αριθμός των τάξεων ήταν 5 και η περιοχή της πυρκαγιάς φαίνεται έντονα με μαύρο χρώμα .

Εμβαδομέτρηση πυρκαγιάς

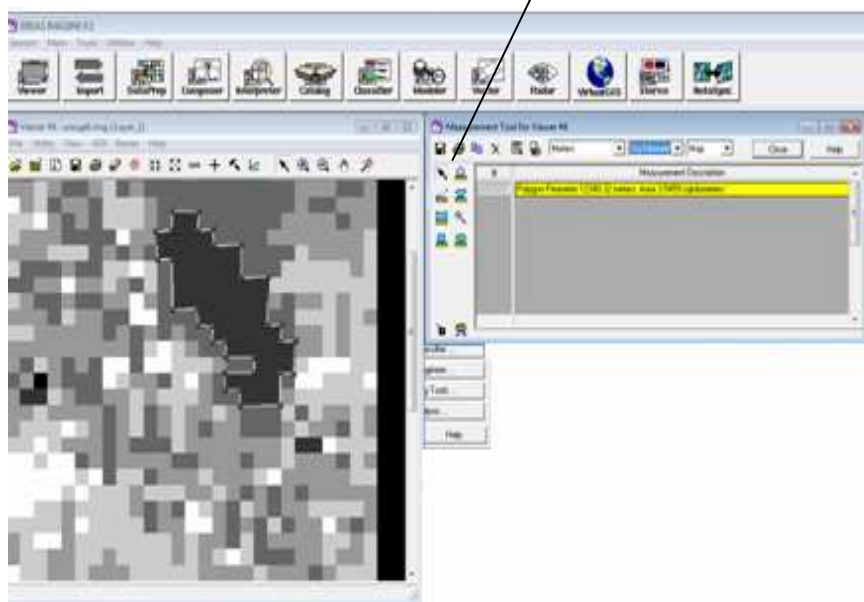
1. Επιλογή του χάρακα.

2. Επιλογή του πολύγωνου.

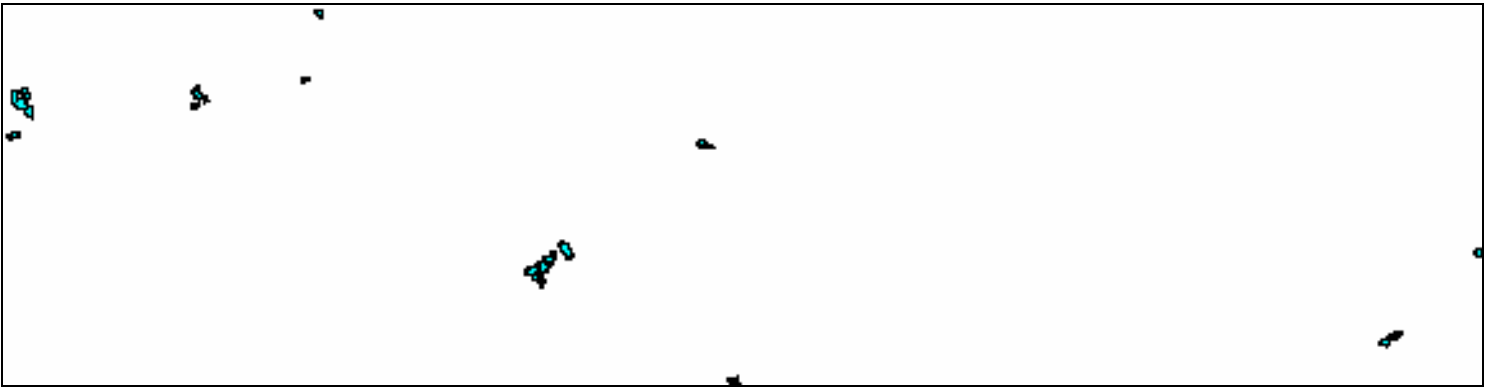


3. Δημιουργία περιγράμματος περιμετρικά της περιοχής της πυρκαγιάς.

4. Στον πίνακα φαίνεται η έκταση της πυρκαγιάς. Αποθήκευση.



Ψηφιοποίηση (Δημιουργία shapefile όπου απεικονίζονται όλες οι πυρκαγιές).

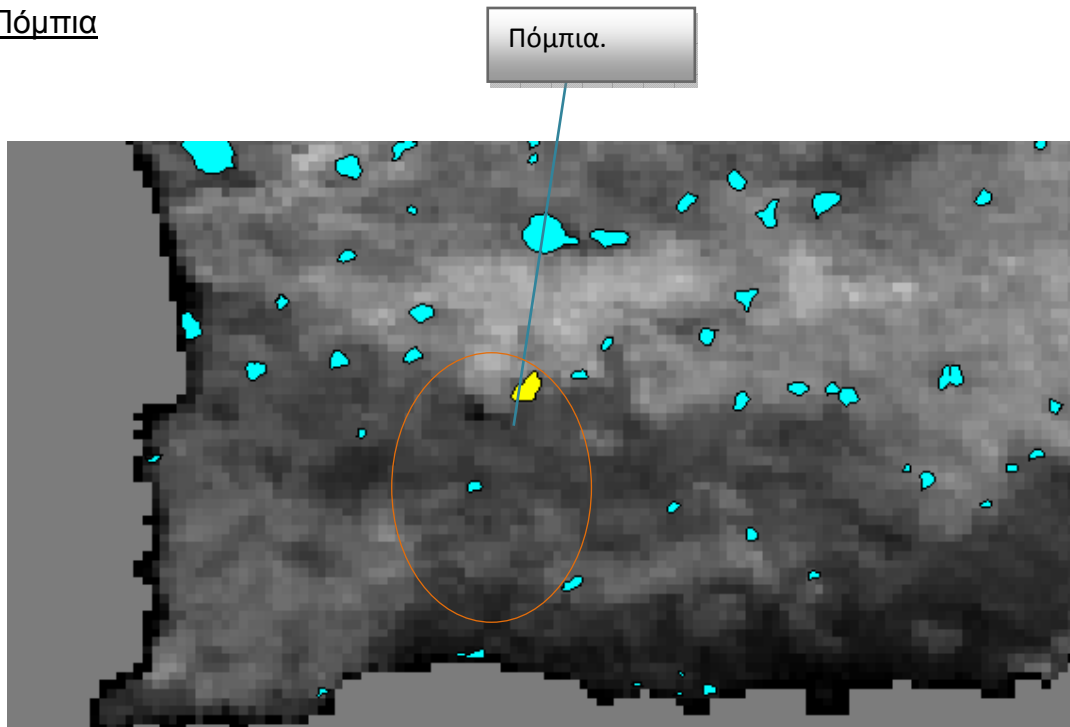


Η εικόνα 14 παρουσιάζει όλες τις ψηφιοποιημένες περιοχές πυρκαγιάς.

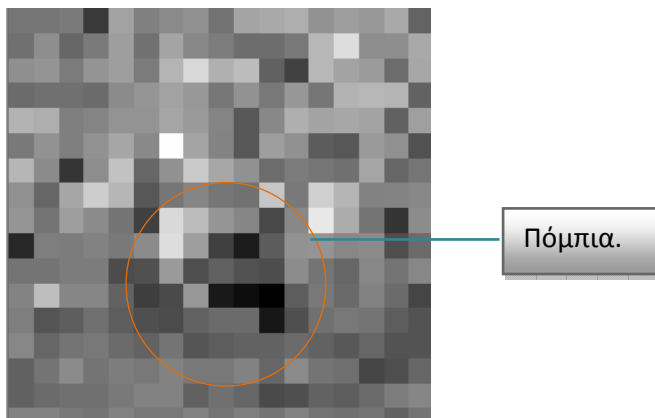
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

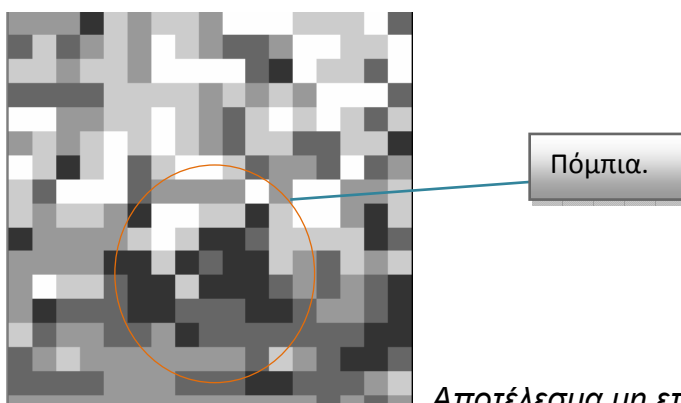
Πόμπια



2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή Πόμπιας.

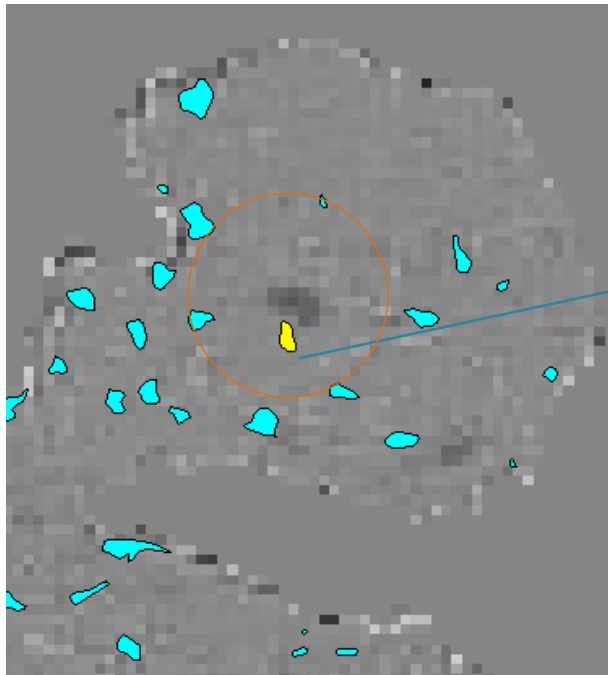


Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή.



Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

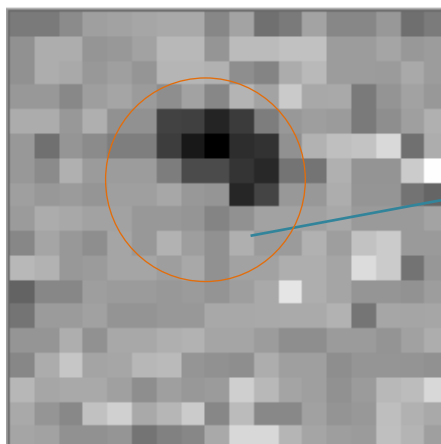
Καθανιά



Καθανιά.

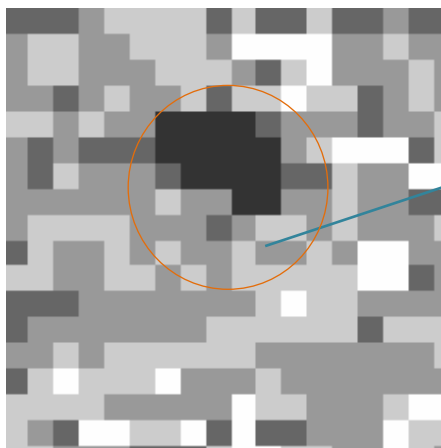
2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή

Καθανιά.



Καθανιά.

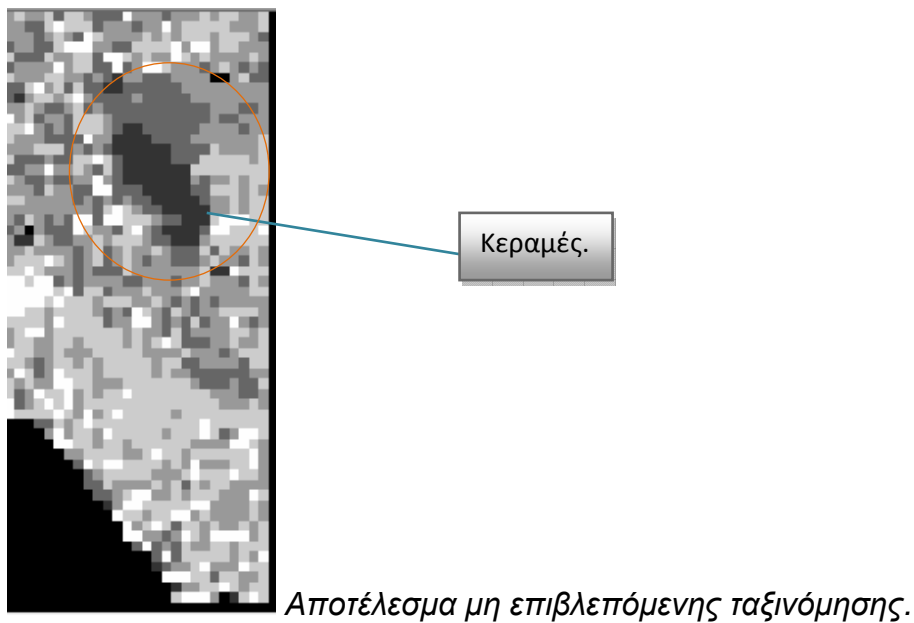
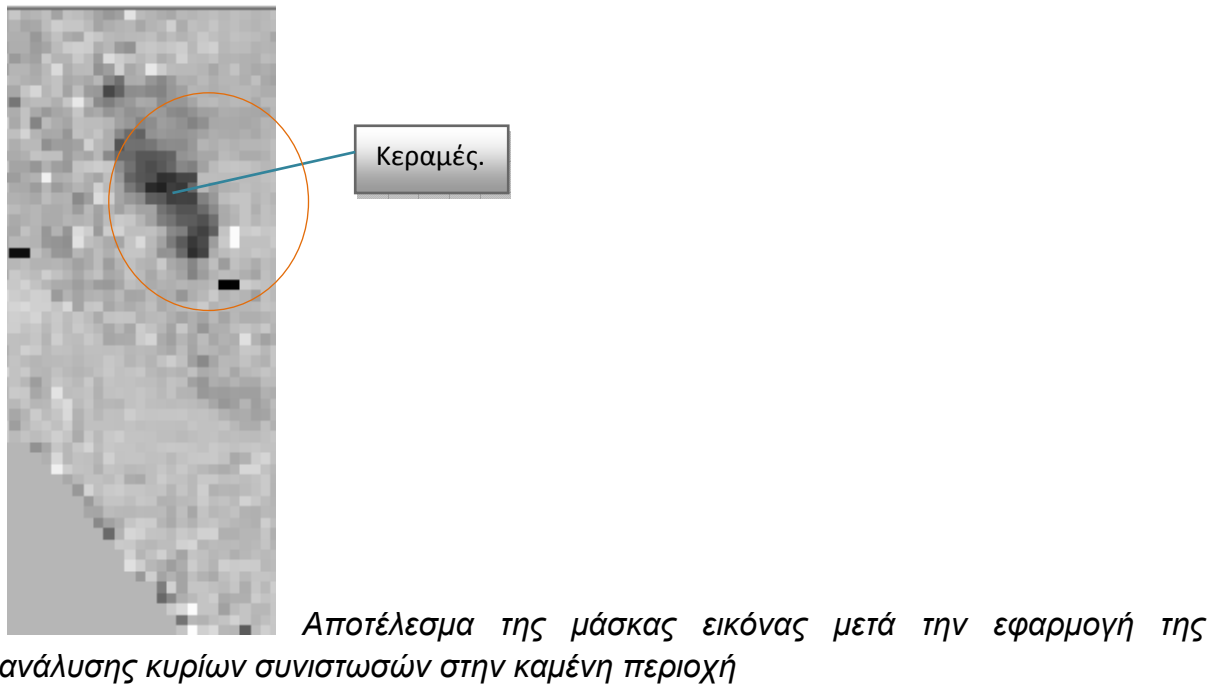
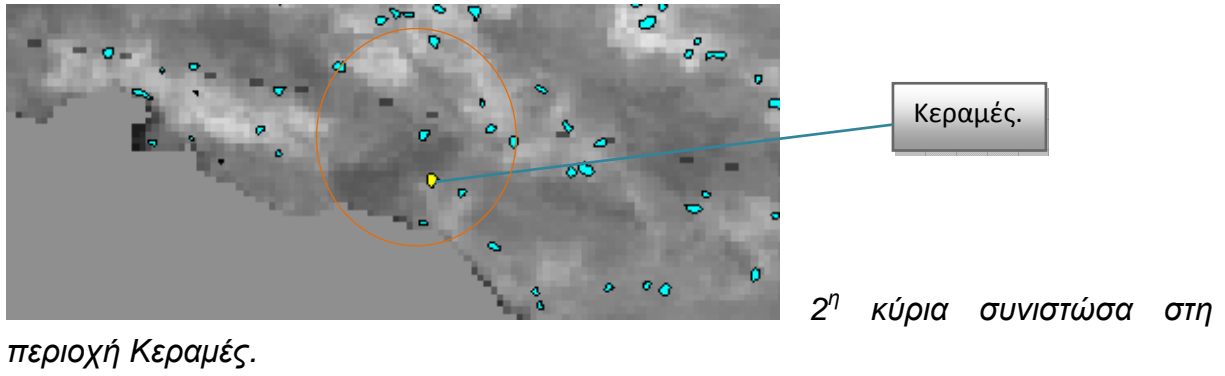
Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή.



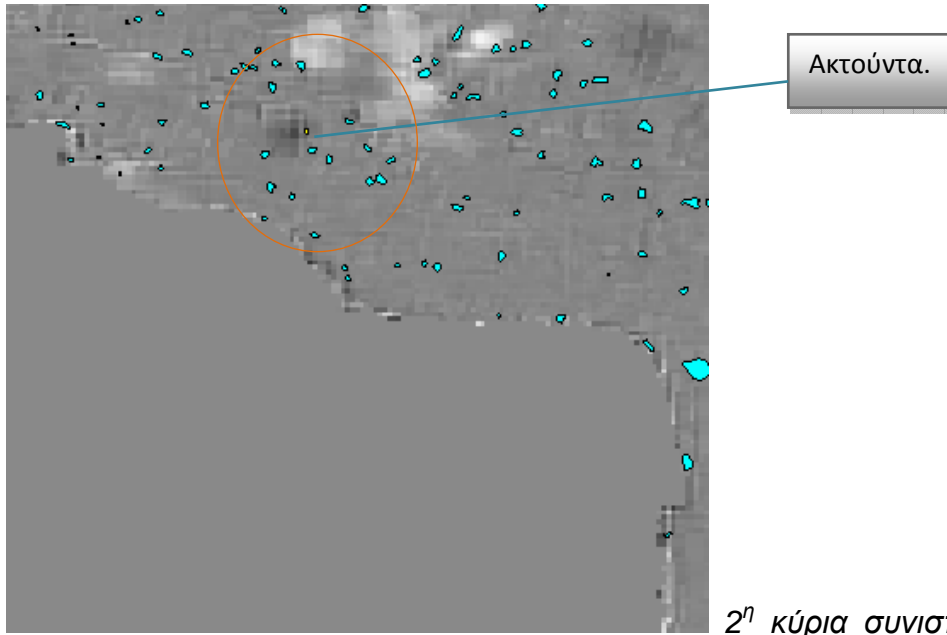
Καθανιά.

Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Κεραμές

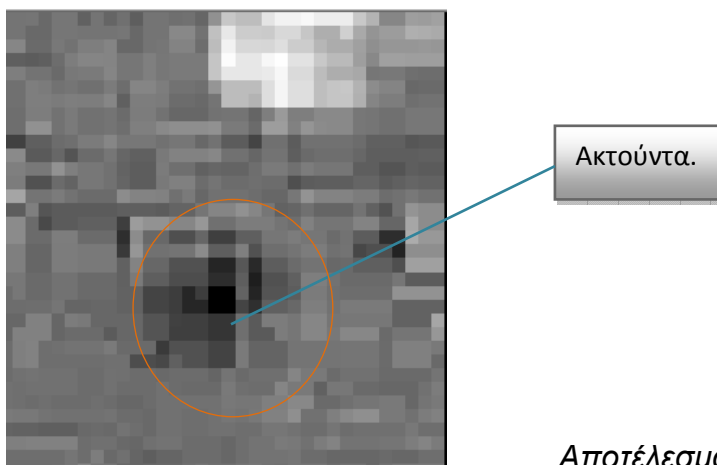


Ακούντα

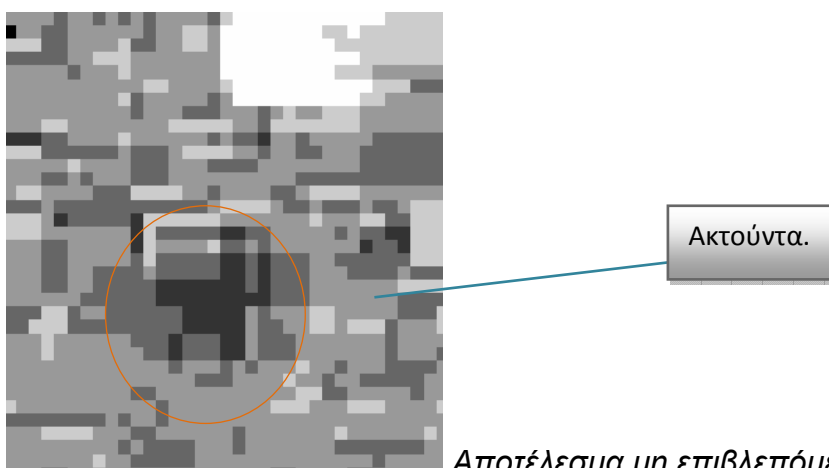


Ακούντας.

2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή

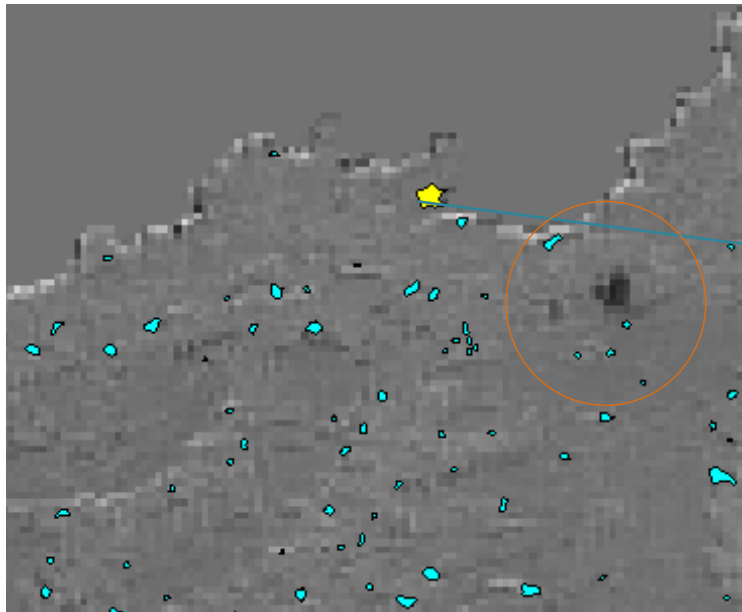


Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή.



Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

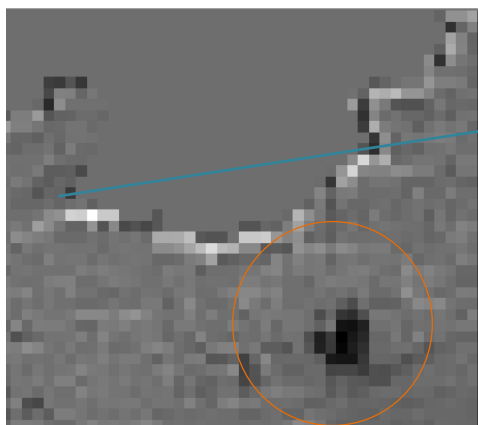
Σητεία



Σητεία.

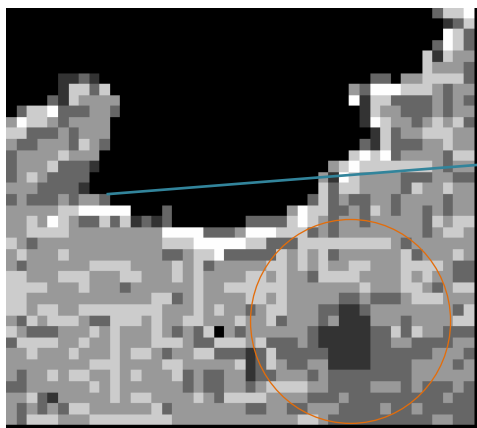
2^η κύρια συνιστώσα στη

περιοχή Σητείας.



Σητεία.

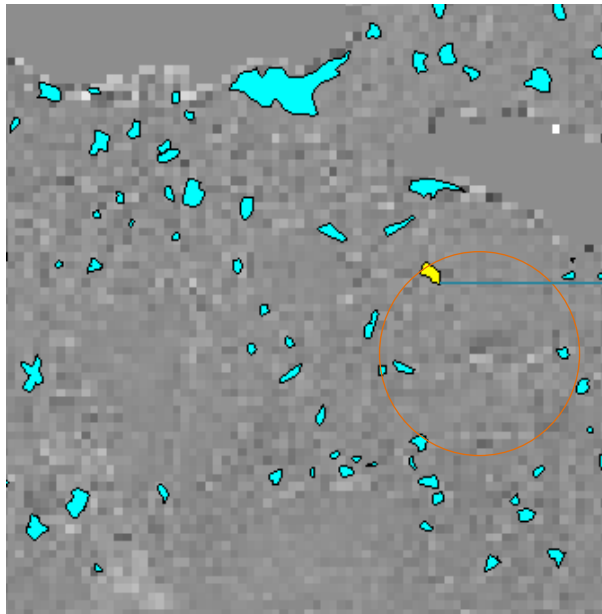
Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή.



Σητεία.

Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

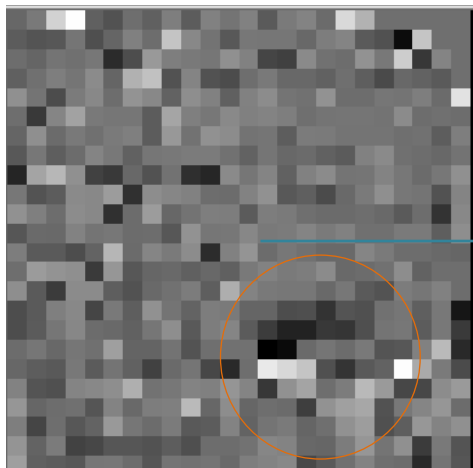
Μαλάξα



Μαλάξα.

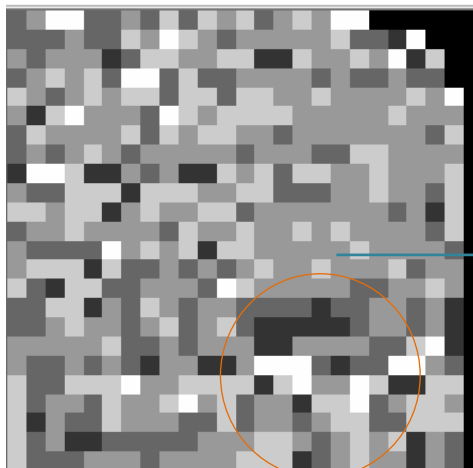
2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή

Μαλάξας.



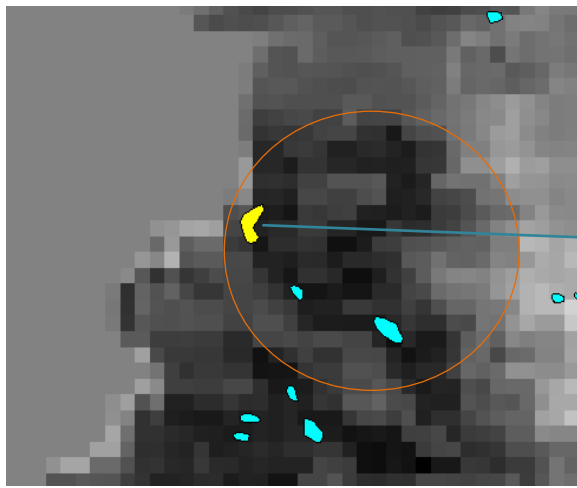
Μαλάξα.

Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



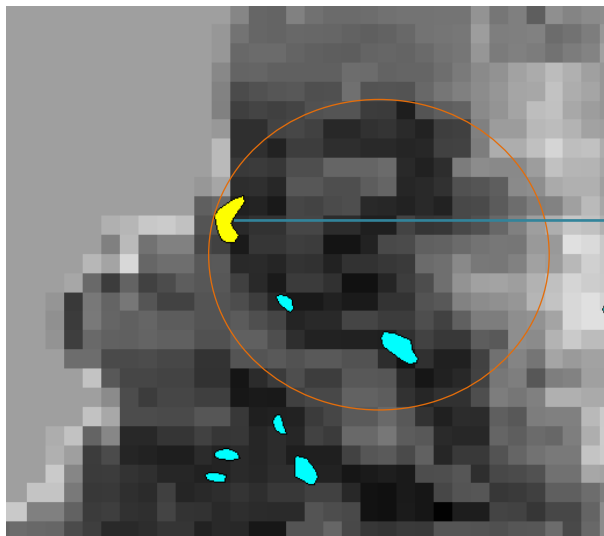
Μαλάξα.

Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.



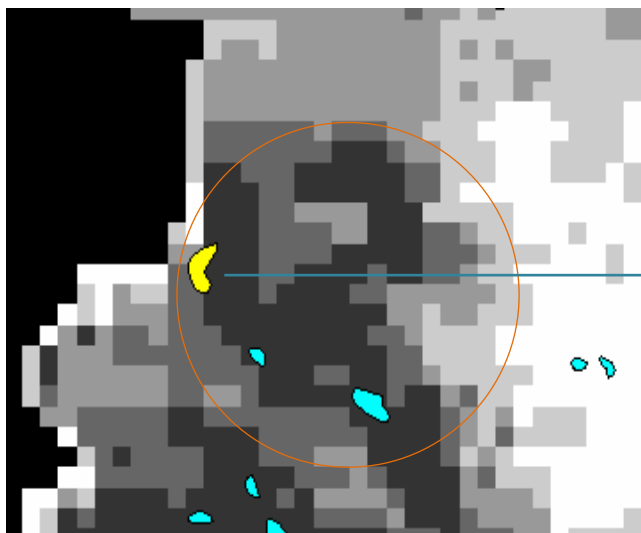
Σφηνάριον

2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή Σφηνάριον.



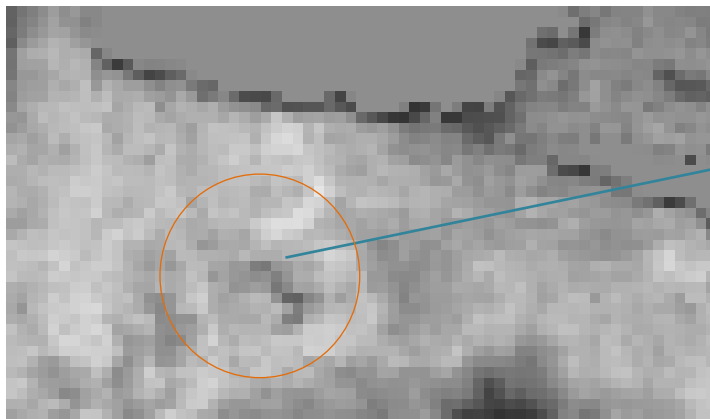
Σφηνάριον

Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



Σφηνάριον

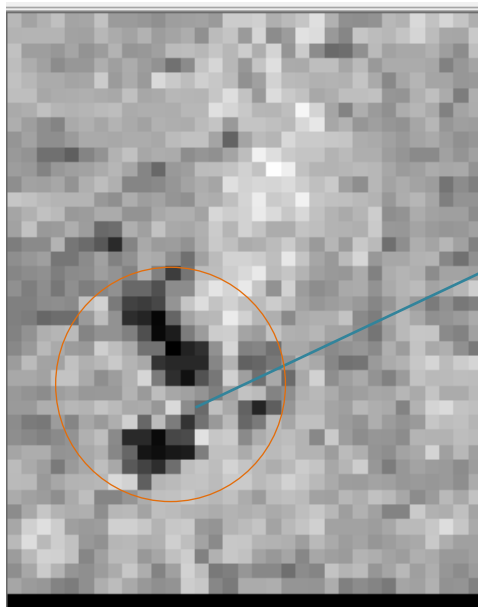
Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης



Σκινές.

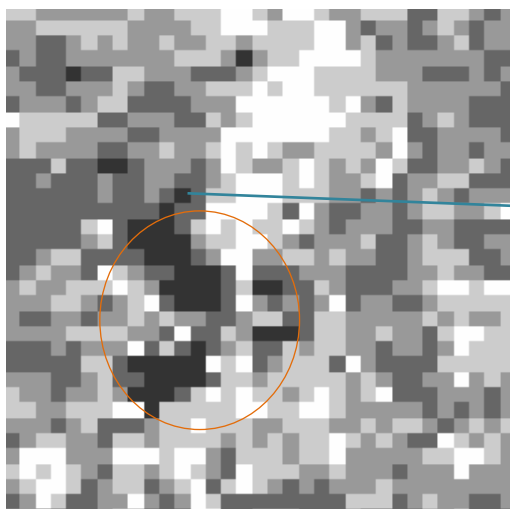
2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή

Σκινές.



Σκινές.

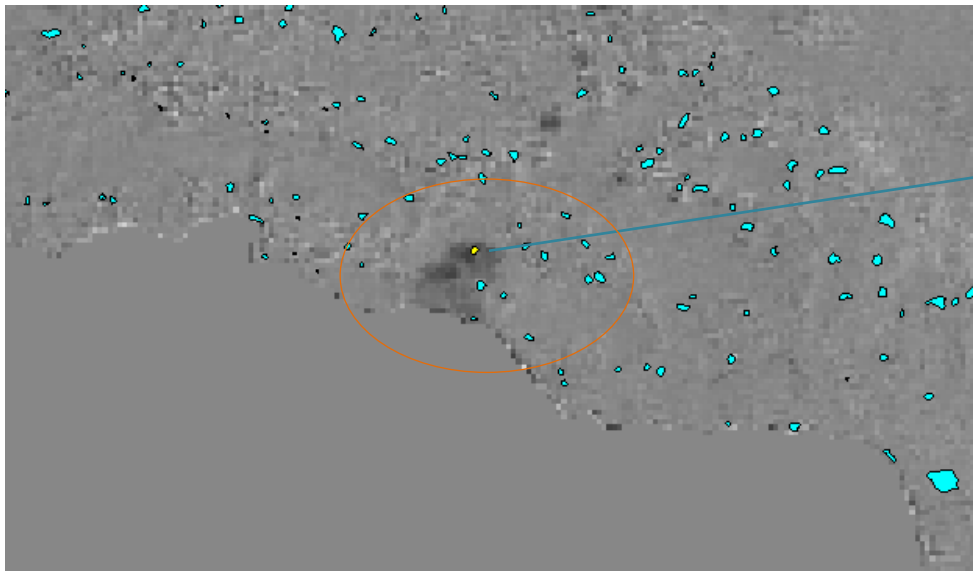
Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



Σκινές.

Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

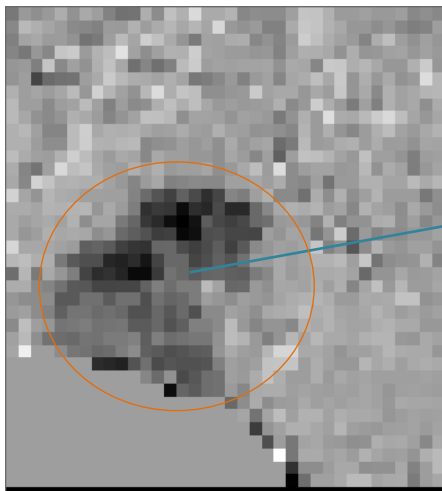
Δριμίσκος



Δριμίσκος.

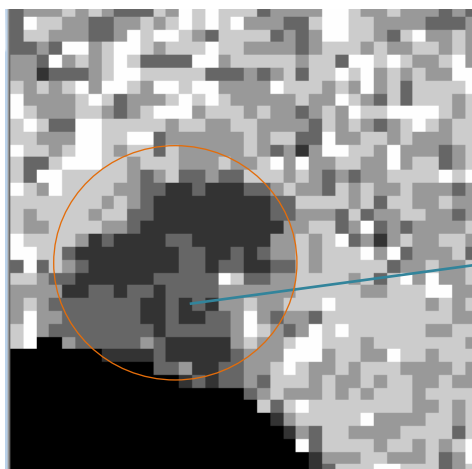
2^η κύρια

συνιστώσα στη περιοχή Δριμίσκου.



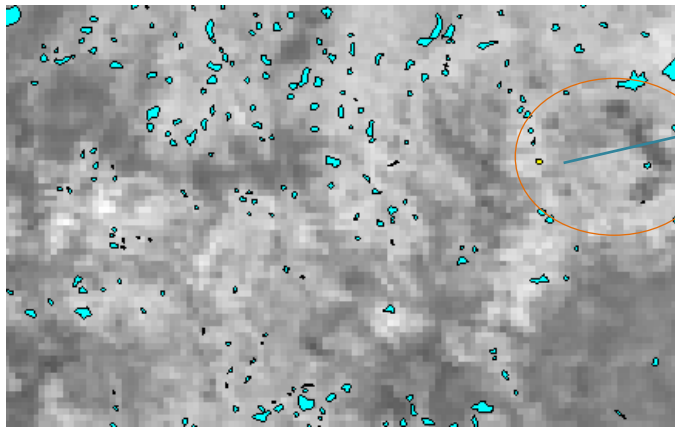
Δριμίσκος.

Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



Δριμίσκος.

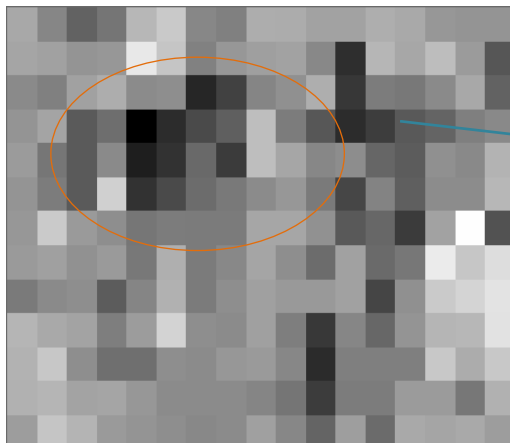
Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.



Παπαδιανά.

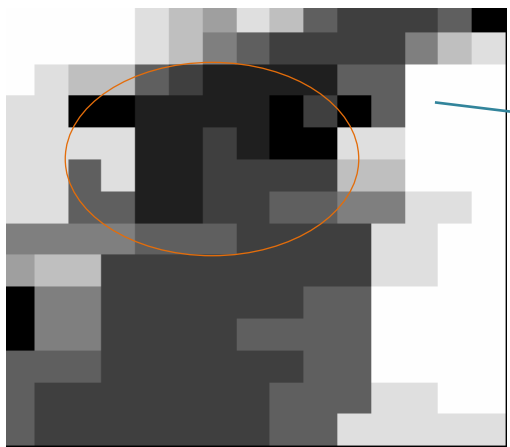
2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή

Παπαδιανά



Παπαδιανά.

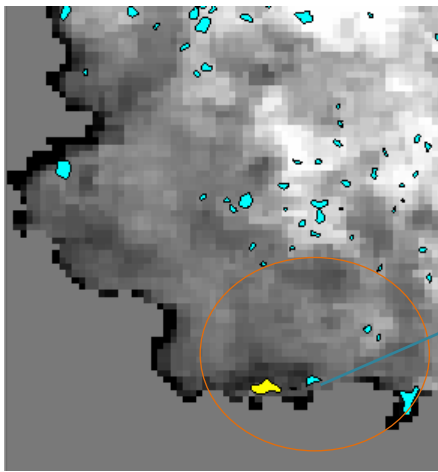
Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



Παπαδιανά.

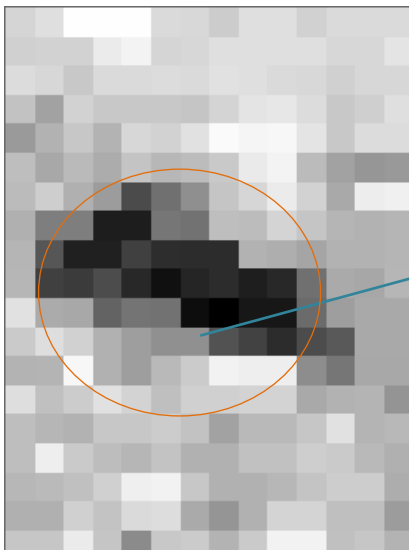
Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.

Κάμπος



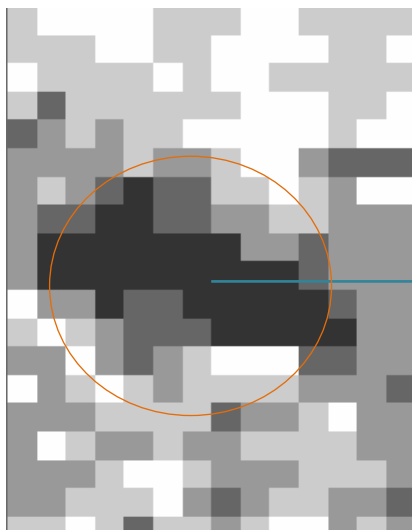
Κάμπος .

2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή Κάμπος.



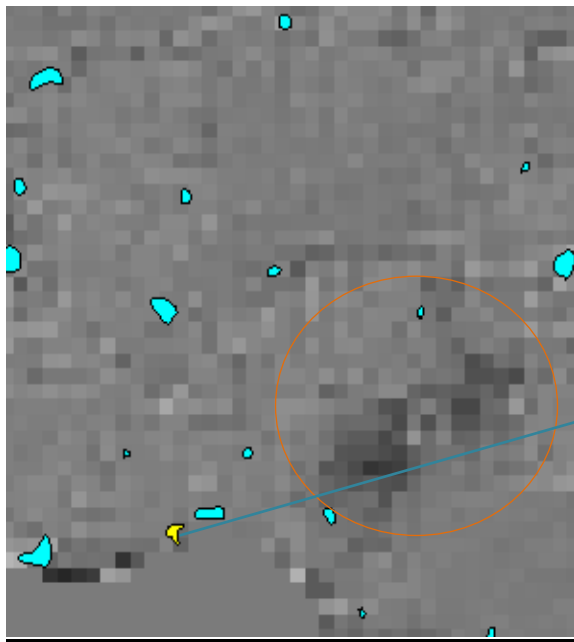
Κάμπος.

Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



Κάμπος.

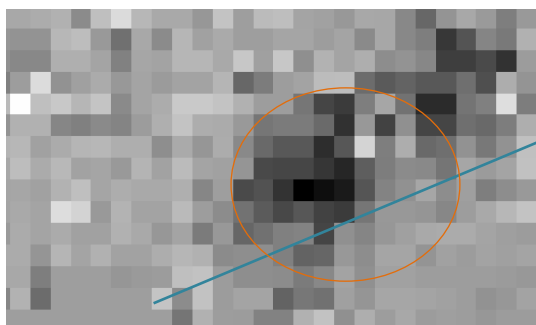
Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης ταξινόμησης.



Μακρύς Γιαλος.

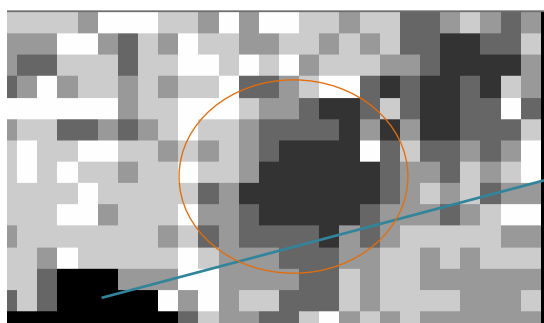
Γιαλός.

2^η κύρια συνιστώσα στη περιοχή Μακρύς



Μακρύς Γιαλος.

Αποτέλεσμα της μάσκας εικόνας μετά την εφαρμογή της ανάλυσης κυρίων συνιστωσών στην καμένη περιοχή



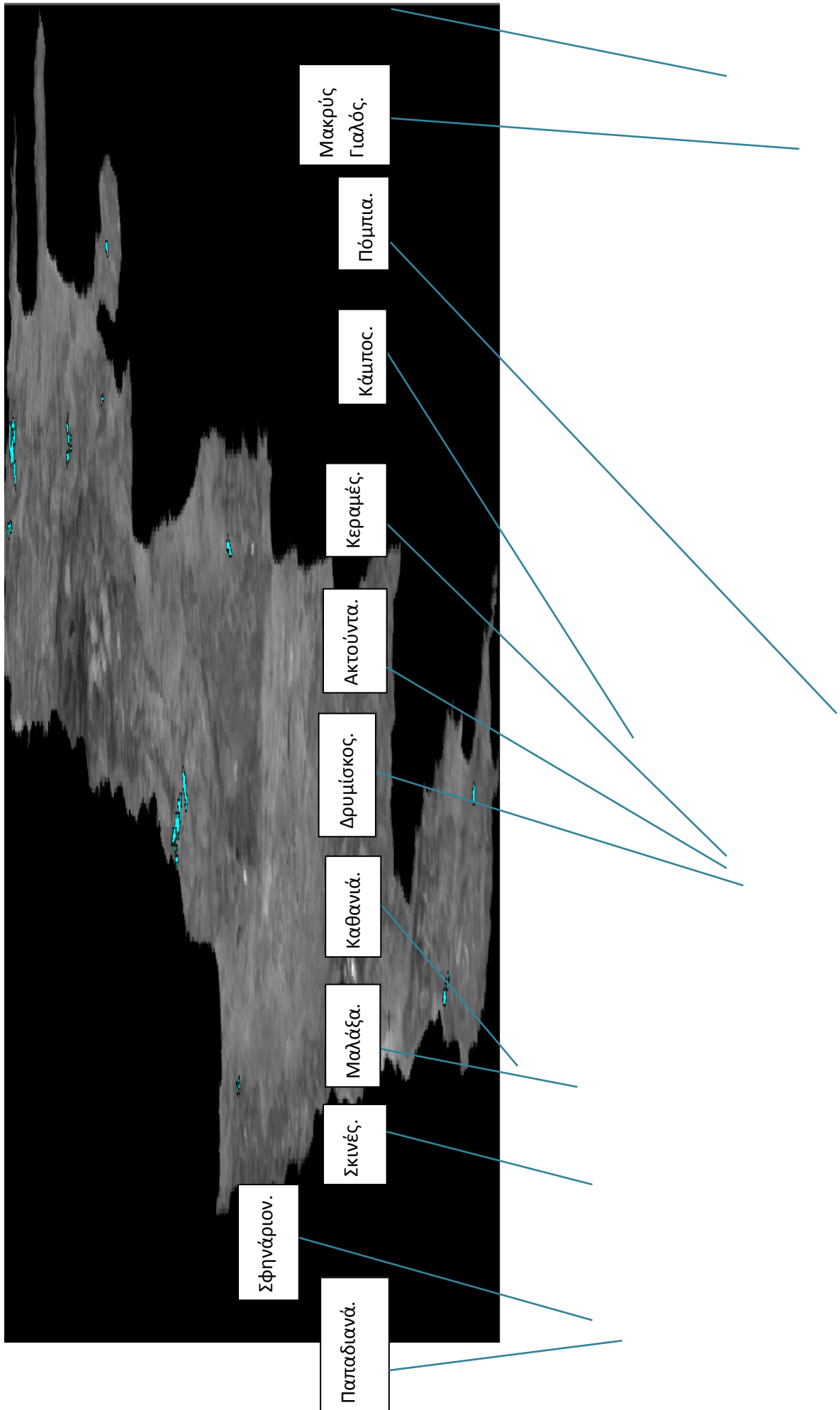
Μακρύς Γιαλος.

ταξινόμησης.

Αποτέλεσμα μη επιβλεπόμενης

Σητεία.

Σχήμα 4.

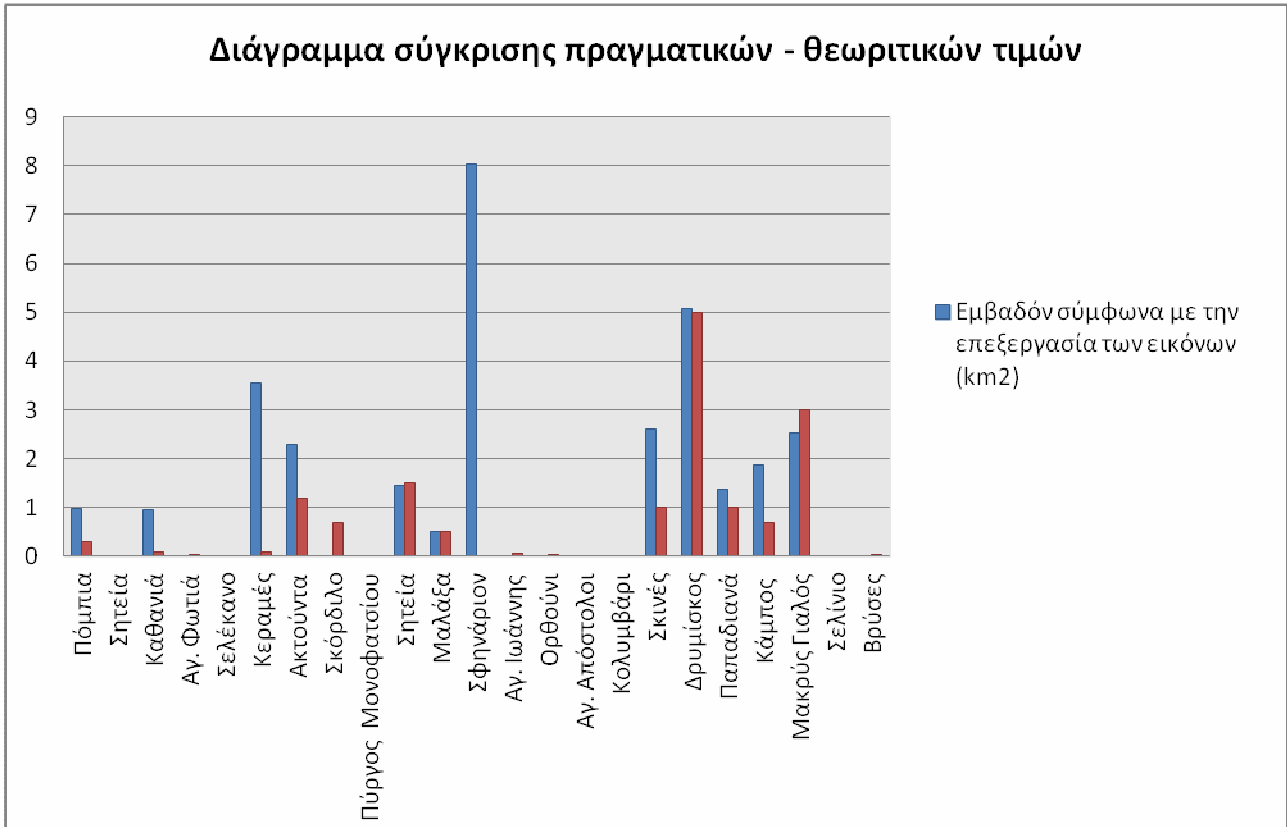


ΠΙΝΑΚΑΣ 5^{ος}. Περίμετροι και εμβαδά καμένων εκτάσεων σύμφωνα με τις μετρήσεις της όλης διαδικασίας.

A/A	Ημερ. Πυρκαγιάς	Περιοχή/ Χωριό	ΠΕΡΙΜΕΤΡΟΣ (m)	ΕΜΒΑΔΟΝ (km ²)
1	22/6/2008	Πόμπια	5035,92	0,9832
2	17/7/2008	Σητεία	/	/
3	15/7/2008	Καθανιά	4600,64	0,9557
4	16/7/2009	Αγ. Φωτιά	/	/
5	27/7/2009	Σελέκανο	/	/
6	12/9/2009	Κεραμές	12340,32	3,5459
7	28/8/2009	Ακτούντα	10090,72	2,2839
8	7/9/2009	Σκόρδιλο	/	/
9	22/7/2009	Πύργος Μονοφατσίου	/	/
10	16/6/2009	Σητεία	5576,43	1,4448
11	9/7/2008	Μαλάξα	3971,82	0,5028
12	24/8/2009	Σηνάριον	26462,58	8,0324
13	1/7/2009	Αγ. Ιωάννης	/	/
14	5/12/2008	Ορθούνι	/	/
15	5/9/2009	Αγ. Απόστολοι	/	/
16	31/10/2008	Κολυμβάρι	/	/
17	23/4/2008	Σκινές	17162,23	2,6142
18.1	21/8/2008	Δρυμίσκος	21537,19	5,0719
18.2	21/8/2008	Παπαδιανά	8561,97	1,36
19	11/7/2007	Κάμπος	8985,72	1,8793
20	17/7/2008	Μακρύς Γιαλός	15249,84	2,5292
21	30/7/2007	Σελίνιο	/	/
22	7/8/2007	Βρύσες	/	/

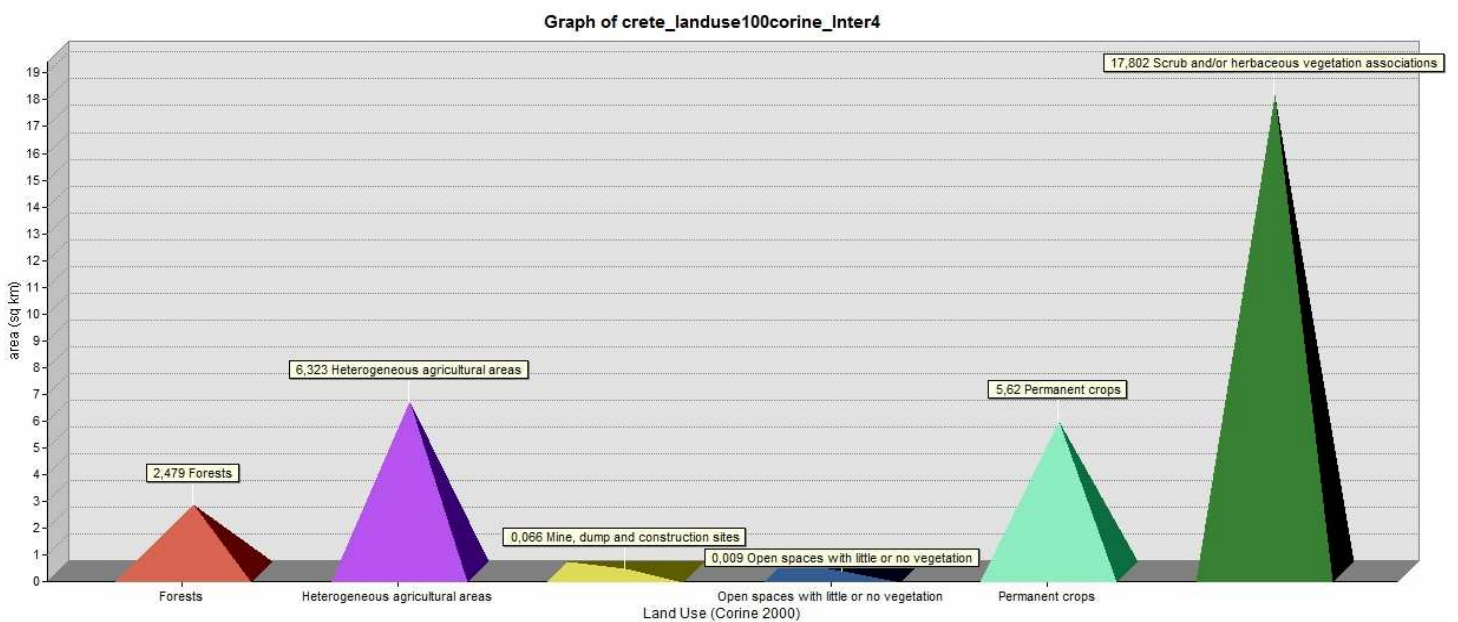
Πίνακας 6^{ος}. Έκταση και είδος καμένης περιοχής σύμφωνα με καταγεγραμμένα στοιχεία από την πυροσβεστική υπηρεσία καθώς και έντυπα άρθρα.

Περιοχή/ Χωριό	Καμένη έκταση σε στρέμματα	Είδος καμένης έκτασης
Πόμπια	290	χορτολιβαδικές(190 στρ.)/αγροτικές(100στρ.)
Σητεία	/	
Καθανιά	Πάνω από 100 στρέμματα δεν υπάρχει τελική αναφορά ζημιάς	αγροτικές
Αγ. Φωτιά	5	χορτολιβαδικές
Σελέκανο	/	
Κεραμές	Ξεκίνησε από 80 στρέμματα αλλά δεν υπάρχει τελική αναφορά.	αγροτικές
Ακτούντα	1200	χορτολιβαδικές
Σκόρδιλο	70	χορτολιβαδικές
Πύργος Μονοφατσίου	/	
Σητεία	1500	αγροδασική
Μαλάξα	500	δασική (350στρ.)/γεωργική(150στρ.)
Σφηνάριον	Δεν υπάρχει τελική αναφορά.	δασική
Αγ. Ιωάννης	50	χαμηλή βλάστηση
Ορθούνι	40	δασική
Αγ. Απόστολοι	/	
Κολυμβάρι	/	
Σκινές	1000	δασική (500στρ.)/γεωργική(500στρ.)
Δρυμίσκος	5000	δασική
Παπαδιανά	1000	δασική
Κάμπος	700	δασική
Μακρύς Γιαλός	3000	δασική (200στρ.)/αγροτικές(1000στρ.)
Σελίνιο	/	
Βρύσες	0,5	χορτολοβαδική



Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζεται μια σύγκριση τιμών μεταξύ, του εμβαδού που υπολογίστηκε μέσω των δορυφορικών εικόνων, με το πραγματικό εμβαδό καμένης έκτασης σύμφωνα με την πυροσβεστική υπηρεσία.

Διάγραμμα 2 Corin land use 2000 level 1.



Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζονται τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης Corin land use 2000.

Σύγκριση πραγματικών δεδομένων με τα αποτελέσματα από την επεξεργασία δορυφορικών εικόνων Modis.

Σύμφωνα με το διάγραμμα 1 παρατηρούμε ότι η σύγκριση μεταξύ των εκτάσεων (πραγματικές τιμές, τιμές που προέκυψαν από την επεξεργασία) χωρίζεται σε πέντε κατηγορίες:

Κατηγορία 1^η: *Εκτάσεις πυρκαγιών που οι τιμές πλησιάζουν στα πραγματικά δεδομένα.* Στη κατηγορία αυτή υπάγονται οι περιοχές Μακρύς Γυαλός, Παπαδιανά, Δρυμίσκος, Μαλάξα και Σητεία. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν υπήρχαν παράγοντες (ανάγλυφο, νεφοκάλυψη, μικρή έκταση) που να επηρεάσουν την ποιότητα των εικόνων.

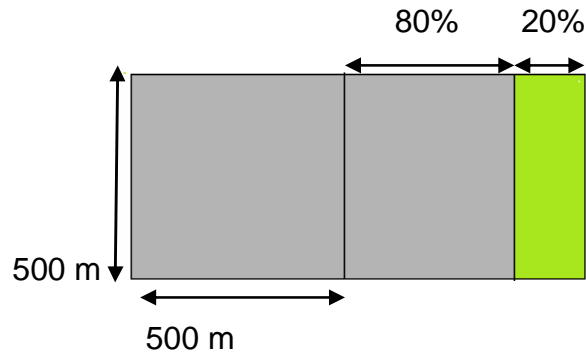
Κατηγορία 2^η: *Περιοχές στις οποίες υπήρχε πυρκαγιά αλλά δεν εντοπίζονται στις εικόνες Modis.* Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι περιοχές Βρύσες, Ορθούνη, Άγιος Ιωάννης, Σκορδίλο και Αγία Φωτιά. Ο λόγος που η περιοχή της πυρκαγιάς δεν απεικονίζεται στις δορυφορικές εικόνες είναι πιθανόν η μικρή έκτασή τους. Από τις μετρήσεις παρατηρούμε ότι οι καμένες εκτάσεις κάτω των 0,7 Km² δεν καταγράφηκαν από τον αισθητήρα.

Κατηγορία 3^η: *Περιοχές για τις οποίες δεν υπάρχουν καταγραφές για την έκταση τους αλλά και είναι αδύνατον να εντοπιστούν στις εικόνες Modis.* Σε αυτή την κατηγορία υπάγονται οι περιοχές Σητεία, Σελέκανο, Πύργος Μονοφατίου, Άγιοι Απόστολοι, Κολυμβάρι και Σελίνιο. Στις παραπάνω περιοχές η έκταση της πυρκαγιάς ήταν πιθανών τόσο πολύ μικρή.

Κατηγορία 4^η: *Εκτάσεις πυρκαγιών που δεν μπορούν να συγκριθούν με πραγματικά στοιχεία.* Σε αυτή τη κατηγορία υπάγονται οι περιοχές Καθανιά, Κεραμές και Σφηνάριον. Ενώ μέσω της επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων υπολογίστηκε η έκταση δεν υπάρχουν τελικά πραγματικά δεδομένα για την έκταση της τελικής ζημιάς. Δηλαδή η αναφορά που γίνεται για την περιοχή Καθανιά είναι ότι η αρχική έκταση της πυρκαγιάς ήταν 0,1 Km² και στην περιοχή Κεραμές 0,08 Km² αλλά δεν υπάρχει τελική αναφορά.

Κατηγορία 5^η: *Οι τιμές υπολογισμού των εκτάσεων δεν αντιστοιχούν στις πραγματικές τιμές.* Στην κατηγορία αυτή υπάγονται οι περιοχές Πόμπια, Ακτούντα και Κάμπρος. Οι μεγάλη αυτή διαφορά των τιμών ίσως οφείλεται σε έναν ή και στον συνδυασμό κάποιων από τους παρακάτω λόγους :

- Στο θεματικό σφάλμα υπερεκτίμησης δηλαδή ένα εικονοστοιχείο του θεματικού χαρτογράφου Modis αντιστοιχεί σε 25 στρέμματα (500 m * 500m) άρα εάν ένα εικονοστοιχείο περιέχει 80% καμένη βλάστηση και 20% μη καμένη προκύπτει το σφάλμα αυτό, όπου το εικονοστοιχείο αυτό θεωρείται όλο καμένη βλάστηση (σχήμα 5). Στο εικονοστοιχείο 500 m * 500m η περίμετρος της πυρκαγιάς αντιστοιχεί σε μεγαλύτερη έκταση από ότι η πραγματική και στη διαδικασία ψηφιοποίησης και μέτρησης εμβαδού ο υπολογισμός ήταν λανθασμένος.



Σχήμα 5.

- ο Νεφοκάλυψη. Πολύ πιθανόν στην περιοχή ενδιαφέροντος να υπήρχε νεφοκάλυψη την στιγμή λήψης της εικόνας μετά την εκδήλωση της πυρκαγιάς η οποία υπολογίστηκε ως καμένη έκταση.

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 2, το οποίο προκύπτει από στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Corin land use 2000) και την ταξινόμηση επιπέδου 1 (Corin level 1) συνολικά κάηκαν:

- 17,802 Km² χορτολιβαδικής έκτασης
- 2,479 Km² δασικής έκτασης
- 11,943 Km² αγροτικής/ γεωργικής έκτασης

Ενώ κατά την εμβαδομέτρηση καμένων εκτάσεων από τις δορυφορικές εικόνες Modis και σύμφωνα με τα είδη καμένης βλάστησης όπως καταγράφηκαν από την πυροσβεστική υπηρεσία συνολικά κάηκαν:

- 4,9572 Km² χορτολιβαδικής έκτασης
- 9,3997 Km² γεωργικής/ αγροτικής έκτασης
- 16,8464 Km² δασικής έκτασης.

Με βάση τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Ένωσης ως δασική έκταση θεωρούνται μόνο οι εκτάσεις με δέντρα μεγάλου ύψους (π.χ πεύκα και κυπαρίσσια) ενώ με βάση τη γενικότερη ταξινόμηση ως δασική έκταση θεωρούνται και μέρη από την χορτολιβαδική έκταση, δηλαδή δέντρα χαμηλότερου ύψους. Έτσι υπάρχει μια απόκλιση τιμών μεταξύ των στοιχείων της Ε.Ε. (Corin land use 2000) και των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

Συμπεράσματα:

Με βάση την παρούσα εργασία η οποία πραγματοποιήθηκε με το πρόγραμμα Erdas Imagine9.1 καταλήγουμε ότι για την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των δορυφορικών εικόνων Modis , δηλαδή την μέτρηση εμβαδού και ψηφιοποίησης των καμένων εκτάσεων χρειάστηκε μια αλληλουχία βημάτων από τα οποία εξάγαμε μια καινούργια εικόνα από το κάθε ένα. Τα βήματα τα οποία συνέβαλαν για την ολοκλήρωση της επεξεργασίας και τα συμπεράσματα για το κάθε βήμα αναλύονται παρακάτω:

Καταρχήν έγινε εύρεση δορυφορικών εικόνων από αισθητήρα του οποίου ο σκοπός του είναι περιβαλλοντικός και η χρήση των εικόνων του είναι δωρεάν για το κοινό, έτσι επιλέχθηκαν οι εικόνες του αισθητήρα Modis. Μέσω της ιστοσελίδας του Modis επιλέχθηκε μια εικόνα πριν την ημερομηνία της πυρκαγιάς και μια μετά.

Για να έχουμε τη βέλτιστη θέση της Κρήτης στην εικόνα καθώς και τη βέλτιστη ποιότητα αυτής έγινε γεωαναφορά με χρήση του συστήματος εγγύτερου γείτονα και του προβολικού συστήματος UTM στη ζώνη 34.

Λόγω του ότι οι φασματικές τιμές του νερού και της καμένης περιοχής αντιστοιχούν στο μαύρο χρώμα καταλήξαμε στη μάσκα της θάλασσας περιμετρικά της Κρήτης.

Εν συνεχεία στην καινούργια εικόνα εφαρμόζουμε τον δείκτη NDVI ο οποίος υπολογίζει έναν αριθμό που αντιπροσωπεύει την κατάσταση της υγείας των φυτών

μέσω της εξίσωσης $NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)}$. Για τις εικόνες Modis καταλήξαμε στο

συμπέρασμα ότι η εξίσωση που ισχύει είναι $NDVI = \frac{(858 - 645)}{(858 + 645)}$ άρα

$NDVI = \frac{(καν\Phi\lambda\iota\ 2 - καν\Phi\lambda\iota\ 1)}{(καν\Phi\lambda\iota\ 2 + καν\Phi\lambda\iota\ 1)}$. Έχοντας πλέον 2 εικόνες NDVI, μια πριν και μια μετά την πυρκαγιά, πραγματοποιήθηκε η υπέρθεση τους με αποτέλεσμα να είναι πιο εμφανής η καμένη περιοχή.

Λόγω του ότι η χωρική διακριτική ικανότητα των εικόνων Modis είναι 500 μέτρα και οι εικόνες είναι θολές, για την ενίσχυση της υπέρθεσης των 2 NDVI έγινε ανάλυση κυρίων συνιστωσών στη 2^η κύρια συνιστώσα.

Πραγματοποιώντας μάσκα στην περιοχή της πυρκαγιάς και εφαρμόζοντας σε αυτή την εικόνα μη επιβλεπόμενη ταξινόμηση, διακρίνουμε πλέον εντονότερα τη περίμετρο της καμένης περιοχής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ευκολότερη μέτρηση του εμβαδού και την ψηφιοποίηση (δημιουργία Shapefile) της καμένης περιοχής, όπου ήταν και ο βασικός στόχος της όλης επεξεργασίας.

Τέλος κατά τη διαδικασία μέτρησης εμβαδού και ψηφιοποίησης, ήμασταν σε θέση να συμπεράνουμε ότι το μέγεθος των καμένων εκτάσεων το οποίο σύμφωνα με τα είδη βλάστηση συνολικά κήκαν:

- 4,9572 Km² (4900 στρέμματα) χορτολιβαδικής έκτασης
- 9,3997 Km² (9292 στρέμματα) γεωργικής/ αγροτικής έκτασης
- 16,8464 Km² (16654 στρέμματα) δασικής έκτασης.

ΠΗΓΕΣ:*-Βιβλιογραφία βιβλίου:*

- Θεμελιώδης πανεπιστημιακή φυσική- Αλόνσο Φινν, Εκδόσεις Κορφιάτη Ιωάννη, 1967
- Φυσική Β' Λυκείου, Α. Μάζης, ΟΕΔΒ, 1994
- Φωτοερμηνεία Τηλεπισκόπηση- Γιώργος Χαρ. Μηλιαρέσης, Εκδόσεις Ίων, 2003
- Physics - Raymond A. Serway, τόμος II, Εκδόσεις Κορφιάτη Ιωάννη, 1990

-Βιβλιογραφία άρθρου:

- Χανιώτικα νέα

-Βιβλιογραφία Online:

- 84.205.229.30/culturePortal_1_9_src_man_incl/cultureportalweb/areas.php?area_id=2&level=2&belongs=1&lang=gr
- el.wikipedia.org/
- ladsweb.nascom.nasa.gov/
- Landval.gsfc.nasa.gov
- natura.minenv.gr
- topolab.tripod.com/GIS/geoanrast.pdf
- underweller.blogspot.com
- www.apn.gr/news/nea/
- www.g-i.gr
- www.fireservice.gr/pyr/site/home/system/cms+actions/search.csp
- www.forthnet.gr/templates/newsPosting.aspx?p=236960
- www.haniotika-nea.gr/from-sitemap-to-search.php
- www.hep.upatras.gr/class/download/geo_sim_til/Environmental_Remote_Sensing_Course.pdf
- www.lambis.gr/
- www.neo.gr/website/ergasiamathiti/75.htm
- <http://www.p-gis.com/>
- www.visionriviewpoint.com/article.asp?articleid=53
- <http://www.xania.gr/modules.php?name=News&file=article&sid=38>