

Αντιλήψεις Πρωτοετών Φοιτητών/τριών Θετικών και Θεωρητικών Σχολών για το Σχήμα των Άστρων

Σοφία Φίλη

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια, Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
sophia.fili999@gmail.com

Περίληψη

Η παρούσα έρευνα εξετάζει τις απόψεις πρωτοετών φοιτητών/τριών για το σχήμα των άστρων. Μέσω ερωτηματολογίων, αναδείχθηκε ένα ευρύ φάσμα εναλλακτικών αντιλήψεων. Μικρό ποσοστό του δείγματος θεωρεί τα άστρα σφαιρικά, ενώ σημαντικό ποσοστό περιγράφει το σχήμα ως ακανόνιστα με προεξέχουσες ακτίνες. Παράγοντες όπως η ταχύτητα περιστροφής, η βαρύτητα, η θερμοκρασία και οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις με άλλα ουράνια σώματα αναγνωρίζονται ως καθοριστικοί. Τα ευρήματα τονίζουν την ανάγκη για εκπαιδευτικές παρεμβάσεις που ενισχύουν τον επιστημονικό γραμματισμό.

Λέξεις κλειδιά: διδακτική αστρονομίας, εναλλακτικές αντιλήψεις για τα άστρα, σχήμα των άστρων

Perceptions of First-Year Science and Humanities Students Regarding the Shape of Stars

Sophia Fili

Master's Student, Department of Primary Education,
National and Kapodistrian University of Athens
sophia.fili999@gmail.com

Abstract

This research examines first-year students' views on the shape of stars. A wide range of alternative notions was revealed through questionnaires. A small percentage of students consider stars spherical, while a significant percentage describes them as irregular with protruding rays. Factors such as rotational speed, gravity, temperature, and gravitational interactions with other celestial bodies are recognized as key influences. The findings emphasize the need for educational interventions to enhance scientific literacy.

Keywords: astronomy education, alternative notions about the stars, star shape

Εισαγωγή

Σε μια εποχή που επιστημονικά ζητήματα, όπως η εξερεύνηση του διαστήματος, αποτελούν μέρος του δημόσιου λόγου, είναι απαραίτητο για τους ανθρώπους να έχουν μια βασική κατανόηση των αστρονομικών εννοιών, ανεξαρτήτως φοίτησής τους σε κλάδους θετικών ή θεωρητικών επιστημών. Ελάχιστες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στις εναλλακτικές αντιλήψεις αποκλειστικά γύρω από τα άστρα, με τις περισσότερες έρευνες να εξετάζουν γενικότερα τα ουράνια σώματα, όπως τη σελήνη (Neofotistos et al., 2024, Nikolopoulou et al., 2024), την εναλλαγή ημέρας-νύχτας (Galperin & Raviolo, 2015) και τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών για το σύστημα Ήλιος-γη-σελήνη (Bailey & Slater 2003) και το ηλιακό

σύστημα (Agan, 2004). Στη βιβλιογραφία υπάρχει πλήθος μελετών που εστιάζουν στα άστρα, σε συνδυασμό με τη μελέτη εναλλακτικών αντιλήψεων που σχετίζονται με άλλα ουράνια σώματα και αστρονομικά φαινόμενα. Μια από τις μελέτες αυτές, αποτελεί η έρευνα του Sadler (1992), η οποία αναφέρεται στις αντιλήψεις μαθητών/τριών βαθμίδας αντίστοιχης του Λυκείου, γύρω από την απόσταση των άστρων από τη Γη. Στις αντιλήψεις γύρω από την απόσταση των άστρων από τη Γη κάνουν αναφορά και οι Kanlı (2014), Miller, & Brewer (2010) και Pundak et al. (2018). Ενώ σε αντιλήψεις γύρω από τις κινήσεις των άστρων και αστερισμών αναφέρεται σε έρευνα της η Dove (2002), καθώς και οι Acker & Pecker (1990), Baxter & Preece (2000), Bekaert et al. (2022), Plummer (2009, 2014) και Serttaş & Yenilmez Türkoğlu (2020). Η κατανόηση των βασικών χαρακτηριστικών των άστρων, όπως το μέγεθος, το χρώμα και το σχήμα τους, είναι ζωτικής σημασίας για την επιστημονική πρόοδο και τη διασύνδεση με άλλους επιστημονικούς κλάδους (Brown, 1983, Srinivasan, 2014). Η παρούσα έρευνα επικεντρώνεται στις αντιλήψεις πρωτοετών φοιτητών/τριών ποικίλων πανεπιστημιακών σχολών σχετικά με το σχήμα των άστρων και τους παράγοντες που το επηρεάζουν.

Θεωρητικό υπόβαθρο

Όλα τα άστρα περιστρέφονται, ενώ, όσο πιο γρήγορη είναι η περιστροφή ενός άστρου, τόσο πιο πεπλατυσμένο γίνεται, συνεπώς παρόλο που το σχήμα των άστρων είναι σφαιρικό, εν τούτοις τα άστρα στην πραγματικότητα δεν είναι τέλειες σφαίρες (Χαλκιά, 2006, Gizon, et al., 2017).

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Οι αναφορές στο σχήμα των άστρων είναι περιορισμένες. Στη μελέτη των Gorecek Baybars & Can (2018), μόνο 8 από 144 μαθητές γυμνασίου χαρακτήρισαν ένα άστρο στρογγυλό, 7 πενταγωνικό. Στην έρευνα του Sharp (1996), 19 από 42 μαθητές γυμνασίου τα περιέγραψαν ως στρογγυλά, 10 ως πεντάγωνα και 6 ως εξάγωνα. Ο Kurnaz (2012) βρήκε ότι 26 από 100 μαθητές γυμνασίου και 16 από 62 μαθητές λυκείου χαρακτήρισαν ένα άστρο στρογγυλό, ενώ 73 και 38 αντίστοιχα το περιέγραψαν ως πεντάγωνο. Η Agan (2004) ανέφερε ότι το 50% των μαθητών λυκείου τα χαρακτήρισε «μπάλες αερίου/φωτιάς». Αντίστοιχες αντιλήψεις παρατηρήθηκαν και σε ενήλικες, φοιτητές στη μελέτη της Bailey (2006) και σε έρευνες του Bektaşlı (2016) και των Ezberci Cevik et al. (2020) και εν ενεργεία εκπαιδευτικούς (Bektaşlı, 2014).

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες/ουσες

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία ευκαιρίας (convenience sampling). Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 252 πρωτοετείς φοιτητές/τριες τμημάτων θεωρητικών και θετικών επιστημών από επτά (7) πανεπιστήμια (ΑΕΙ) της ευρύτερης περιοχής της πόλης της Αθήνας (Πίνακας 1). Η επιλογή πρωτοετών φοιτητών/τριών αποσκοπεί στη διερεύνηση των γνώσεων που έχουν αποκτήσει από την εκπαίδευσή τους μέχρι και το επίπεδο του λυκείου.

Πίνακας 1. Φύλο-Επιλογή Κατεύθυνσης Εισαγωγής στο Πανεπιστήμιο

		Ανθρωπιστικών Σπουδών	Θετικών Σπουδών και Σπουδών Υγείας	Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής	
Φύλο	Άντρας	14	38	17	69
	Γυναίκα	85	73	24	182
	NB	0	1	0	1
Σύνολο		99	112	41	252

Σημείωση: Παρατηρείται άνιση κατανομή των συμμετεχόντων στις τρεις κατευθύνσεις σπουδών

Εργαλεία της Έρευνας

Το κύριο ερευνητικό εργαλείο είναι ένα ερωτηματολόγιο βασισμένο στο εργαλείο των Favia et al. (2013). Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες/ουσες να υποδείξουν πότε, στη ζωή τους, οδηγήθηκαν να πιστέψουν ότι κάθε δήλωση είναι λάθος ή αν εξακολουθούν να πιστεύουν ότι είναι αληθής (Πίνακας 2) κατά το πρότυπο των Favia et al. (2013).

Πίνακας 2. Επιλογές απόκρισης

A. Το πιστεύατε μόνο ως μικρό παιδί.
B. Το πιστεύατε μέχρι το γυμνάσιο.
Γ. Το πιστεύετε τώρα.
Δ. Δεν το είχατε σκεφτεί ποτέ πριν, αλλά σας ακούγεται εύλογο ή σωστό.
Ε. Δεν το σκεφτήκατε ποτέ πριν, αλλά πιστεύετε ότι είναι λάθος τώρα.

Οι δηλώσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα διαμορφώθηκαν με βάση προηγούμενα ερωτηματολόγια που εξέτασαν αντιλήψεις σχετικά με το σχήμα των άστρων (Χαλκιά, 2006· Agan, 2004· Bektaşlı, 2016· Ezberci Cevik et al., 2020· Favia et al., 2013· Gorecek Baybars & Can, 2018· Kurnaz, 2012· Sharp, 1996) Οι δηλώσεις αποτελούνταν από ένα σύνολο αντιλήψεων για το σχήμα των άστρων που αναδείχθηκαν στις παραπάνω έρευνες, καθώς και την επιστημονικά αποδεκτή ως σωστή πληροφορία. Επιπλέον, λόγω της απουσίας ερευνών που μελετούν τις ιδέες γύρω από την αιτιολόγηση του σχήματος των άστρων, δημιουργήθηκαν δηλώσεις οι οποίες αντιστοιχούν στην αιτιολόγηση. Για τη δημιουργία των δηλώσεων που αντικατοπτρίζουν πιθανές αντιλήψεις, χρησιμοποιήθηκε η ανασκόπηση του επιστημονικού μοντέλου καθώς και μια μικρή ομάδα (focus group), πέντε ατόμων ηλικίας 20-23 ετών, η οποία σε μια διαδικασία σύντομης ημιδομημένης συνέντευξης προσέφερε δηλώσεις που εκφράζουν αντιλήψεις γύρω από το σχήμα των άστρων. Αναγνωρίζοντας την αδυναμία να προβλεφθούν όλες οι πιθανές απαντήσεις, στο τέλος της ενότητας δηλώσεων στο ερωτηματολόγιο, προσθέσαμε ένα πλαίσιο ελεύθερης συμπλήρωσης σύντομου κειμένου, στο οποίο οι ερωτώμενοι καλούνταν να συμπληρώσουν τις ιδέες τους για τους παράγοντες στους οποίους οφείλεται το σχήμα, αν οι παράγοντες αυτοί δεν είχαν αναφερθεί στις προηγούμενες δηλώσεις. Η ανάλυση των απαντήσεων έγινε μέσω κωδικοποίησης και με τη χρήση του λογισμικού IBM SPSS 29.

Αποτελέσματα

Στους φοιτητές/τριες παρουσιάστηκαν πέντε (5) δηλώσεις αναφορικά με το σχήμα που μπορεί να έχει ένα άστρο καθώς και μια ερώτηση πολλαπλής επιλογής, στην οποία παρουσιάστηκε μια σειρά σχημάτων (Εικόνα 1).

Εικόνα 1. Επιλογές σχημάτων



Το επιστημονικά αποδεκτό σχήμα (B) επιλέχθηκε από το 24,2% του δείγματος, 63% αυτού αποτελείται από φοιτητές/τριες που ακολούθησαν την κατεύθυνση Θετικών σπουδών. Τα σχήματα E και Στ (ακτινωτά σχήματα) επιλέχθηκαν από το 30,6%, το 53% και 57% για κάθε σχήμα αντίστοιχα, αποτελείται από φοιτητές/τριες από την κατεύθυνση Ανθρωπιστικών σπουδών. Η τέλεια σφαίρα επιλέχθηκε από το 13,5%, ενώ μόνο το 1,6% επέλεξε το σχήμα του ρόμβου.

Οι δηλώσεις A1 έως A5 παρουσιάζουν μια σειρά εναλλακτικών αντιλήψεων.

Πίνακας 3. Δηλώσεις σχήματος άστρον/ κατανομή ανά κατεύθυνση σπουδών

		Ανθρωπιστικών Σπουδών		Θετικών Σπουδών και Σπουδών Υγείας		Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής		
		Layer N %	Layer Column N %	Layer N %	Layer Column N %	Layer N %	Layer Column N %	
A1	Το σχήμα των άστρον είναι πεντάγωνο.	1,00	7,5%	19,2%	5,2%	11,6%	4,0%	24,4%
		2,00	31,7%	80,8%	39,3%	88,4%	12,3%	75,6%
A2	Τα άστρα έχουν όλα το ίδιο σχήμα.	1,00	7,1%	18,2%	7,5%	17,0%	4,4%	26,8%
		2,00	32,1%	81,8%	36,9%	83,0%	11,9%	73,2%
A3	Τα άστρα είναι τέλειες σφαίρες.	1,00	7,1%	18,2%	6,7%	15,2%	2,8%	17,1%
		2,00	32,1%	81,8%	37,7%	84,8%	13,5%	82,9%
A4	Τα άστρα έχουν σχήματα/μορφές που προέρχονται από αυτά.	1,00	20,2%	51,5%	17,1%	38,4%	8,7%	53,7%
		2,00	19,0%	48,5%	27,4%	61,6%	7,5%	46,3%
A5	Τα άστρα είναι φως, ενώ δεν έχουν σχήμα.	1,00	14,7%	37,4%	9,5%	21,4%	4,4%	26,8%
		2,00	24,6%	62,6%	34,9%	78,6%	11,9%	73,2%

Σημείωση: Η τιμή 1,00 αντιστοιχεί στις απαντήσεις που δηλώνουν συμφωνία (Γ, Δ) και η τιμή 2,00 στις απαντήσεις που δηλώνουν ότι οι ερωτώμενοι/ες διαφωνούν (Α, Β, Ε)

Για την ανίχνευση εναλλακτικών αντιλήψεων σχετικά με την αιτία του σχήματος των άστρον, οι φοιτητές/τριες κλήθηκαν να συμφωνήσουν ή διαφωνήσουν με έξι (6) δηλώσεις. Με την επιστημονικά αποδέκτη γνώση (B1: Το σχήμα ενός άστρου εξαρτάται από τη ταχύτητα περιστροφής του και τη βαρύτητά του) συμφωνεί το 86,5% του δείγματος, 89% των φοιτητών/τριών από τη κατεύθυνση των Ανθρωπιστικών Σπουδών, 89% Θετικών Σπουδών και 73% Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής. Ωστόσο, το 27% αυτών εκφράζει επίσης συμφωνία με την πρόταση B3, η οποία δηλώνει ότι το σχήμα ενός αστεριού εξαρτάται αποκλειστικά από τη βαρύτητά του.

Οι δηλώσεις B2 έως B6 παρουσιάζουν μια σειρά εναλλακτικών αντιλήψεων για τους παράγοντες στους οποίους οφείλεται το σχήμα των άστρον.

Πίνακας 4. Δηλώσεις αιτιολόγησης σχήματος άστρων/ κατανομή ανά κατεύθυνση σπουδών

		Ανθρωπιστικών Σπουδών		Θετικών Σπουδών και Σπουδών Υγείας		Σπουδών Οικονομίας και Πληροφορικής		
		Layer N %	Layer Column N %	Layer N %	Layer Column N %	Layer N %	Layer Column N %	
B2	Το σχήμα ενός άστρου εξαρτάται από το πόσο φωτεινό είναι.	1,00	16,7%	42,4%	12,7%	28,6%	5,2%	31,7%
		2,00	22,6%	57,6%	31,7%	71,4%	11,1%	68,3%
B3	Το σχήμα ενός άστρου εξαρτάται αποκλειστικά από τη βαρύτητά του.	1,00	11,1%	28,3%	9,9%	22,3%	3,6%	22,0%
		2,00	28,2%	71,7%	34,5%	77,7%	12,7%	78,0%
B4	Το σχήμα ενός άστρου εξαρτάται από τη θερμοκρασία του.	1,00	21,4%	54,5%	23,8%	53,6%	8,3%	51,2%
		2,00	17,9%	45,5%	20,6%	46,4%	7,9%	48,8%
B5	Ένα μεγάλο σε διάμετρο άστρο έχει διαφορετικό σχήμα από ένα μικρότερο άστρο.	1,00	24,2%	61,6%	24,6%	55,4%	7,1%	43,9%
		2,00	15,1%	38,4%	19,8%	44,6%	9,1%	56,1%
B6	Το σχήμα ενός άστρου εξαρτάται από το μέγεθος και το πλήθος των εκρήξεων στην επιφάνειά του.	1,00	34,9%	88,9%	37,3%	83,9%	12,7%	78,0%
		2,00	4,4%	11,1%	7,1%	16,1%	3,6%	22,0%

Σημείωση: Η τιμή 1,00 αντιστοιχεί στις απαντήσεις που δηλώνουν συμφωνία (Γ, Δ) και η τιμή 2,00 στις απαντήσεις που δηλώνουν ότι οι ερωτώμενοι/ες διαφωνούν (Α, Β, Ε)

Συμπεράσματα

Εξετάζοντας τις απαντήσεις στις δηλώσεις σχετικά με τα σχήματα των άστρων (Α1 έως Α6), μπορούμε να συμπεράνουμε ότι υπάρχει ένα ευρύ φάσμα απόψεων μεταξύ πρωτοετών φοιτητών/τριών. Στο σύνολο του δείγματος, πολύ μικρό ποσοστό των ερωτηθέντων φοιτητών/τριών εξέφρασε συμφωνία με την δήλωση ότι όλα τα άστρα έχουν το ίδιο σχήμα, σε συμφωνία και με τα αποτελέσματα των Bailey et al. (2009), στη έρευνα των οποίων μόνο το 13.1% συμφώνησε με τη δήλωση αυτή.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί, ότι το ένα τέταρτο του δείγματος επέλεξε το πιο ακανόνιστο σχήμα (Ζ) στην ερώτηση Α6 και 10 φοιτητές/τριες που επέλεξαν την επιλογή 'άλλο', εξέφρασαν την αντίληψη ότι το σχήμα ενός άστρου είναι ακανόνιστο. Τα αποτελέσματα αυτά παρουσιάζουν αντίθεση με αυτά προηγούμενων ερευνών, που έχουν ως επίκεντρο την διερεύνηση των αντιλήψεων για τη φύση των άστρων γενικότερα (Acker & Pecker, 1990· Agan, 2004· Bailey, 2006· Bailey et al., 2009· Bektaşlı, 2014· Kurnaz, 2012· Sharp, 1996), με κύρια διαφορά την μη επιλογή της σφαίρας (τέλειας ή πεπλατυσμένης), ως το σχήμα ενός άστρου, από τη πλειοψηφία των φοιτητών/τριών. Η αντίφαση αυτή δημιουργεί την ανάγκη για περαιτέρω έρευνα και ανάλυση προκειμένου να κατανοηθούν καλύτερα οι διαφορές στις αντιλήψεις των φοιτητών/τριών σχετικά με το σχήμα των άστρων. Άξιο σχολιασμού είναι και το γεγονός ότι οι παραπάνω έρευνες διεξήχθησαν πριν από μερικές δεκαετίες και κατά συνέπεια τα προγράμματα σπουδών πιθανόν να έχουν μεταβληθεί τα νεότερα χρόνια. Το γεγονός αυτό παρουσιάζει την ανάγκη για επιπλέον μελέτη των πιθανών διαφορών στα προγράμματα σπουδών και στη επιρροή που η αλλαγή αυτή έχει, δυνητικά, επιφέρει στο επίπεδο γνώσης και κατανόησης των μαθητών/τριών για το σχήμα των άστρων. Η έρευνα αποκαλύπτει ποικίλες εναλλακτικές αντιλήψεις που επικρατούν σε διαφορετικές ακαδημαϊκές κατευθύνσεις. Αν και η πλειονότητα αναγνωρίζει τη σχέση μεταξύ του σχήματος των άστρων και της βαρύτητας και ταχύτητας περιστροφής, υπάρχει μια σημαντική μερίδα που παρουσιάζει εναλλακτικές αντιλήψεις, όπως ότι τα άστρα έχουν προεξέχουσες ακτίνες ή είναι ακανόνιστα σε σχήμα. Αυτές οι εναλλακτικές αντιλήψεις είναι πιο εμφανείς στους φοιτητές ανθρωπιστικών και οικονομικών σπουδών, ενώ οι φοιτητές θετικών επιστημών παρουσιάζουν υψηλότερα ποσοστά ορθής επιστημονικής

γνώσης. Η έρευνα υποδεικνύει την ανάγκη ενσωμάτωσης βασικών εννοιών αστρονομίας στο Πρόγραμμα Σπουδών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, ανεξαρτήτως κατεύθυνσης, με πιθανώς μεγαλύτερη έμφαση στη σύνδεση του περιεχομένου με τα ενδιαφέροντα των μαθητών και των Ανθρωπιστικών και Οικονομικών κατευθύνσεων σπουδών. Η εισαγωγή διαθεματικών ενοτήτων στο μάθημα της φυσικής γενικής παιδείας και η παροχή ευκαιριών για πρακτικές εμπειρίες και αστρονομικές παρατηρήσεις μπορούν να γεφυρώσουν περαιτέρω το χάσμα μεταξύ εναλλακτικών αντιλήψεων και επιστημονικής γνώσης.

Βιβλιογραφία

- Χαλκιά Κ. (2006). *Το Ηλιακό Σύστημα μέσα στο Σύμπαν*. Κάλλιπος, Ανοικτές Ακαδημαϊκές Εκδόσεις. <https://doi.org/10.57713/kallipos-21>
- Acker, A., & Pecker, J.-C. (1990). Public misconceptions about astronomy. Στο D. McNally (Επιμ.), *IAU Colloquium No. 105: The Teaching of Astronomy*, σσ. 229–238. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/S025292110008684X>
- Agan, L. (2004). Stellar ideas: Exploring students' understanding of stars. *Astronomy Education Review*, 3(1), 77–97. <https://doi.org/10.3847/AER2004008>
- Bailey, J. M. (2006). *Development of a concept inventory to assess students' understanding and reasoning difficulties about the properties and formation of stars* [Αδημοσίευτη Διδακτορική Διατριβή]. University of Arizona Campus Repository. <http://hdl.handle.net/10150/195005>
- Bailey, J. M., Prather, E. E., Johnson, B., & Slater, T. F. (2009). College students' preinstructional ideas about stars and star formation. *Astronomy Education Review*, 8(1), 010107. <https://doi.org/10.3847/AER2009038>
- Bailey, J. M., & Slater, T. F. (2003). A review of astronomy education research. *Astronomy Education Review*, 2(2), 20–45. <https://doi.org/10.3847/AER2003015>
- Baxter, J. H., & Preece, P. F. W. (2000). A comparison of dome and computer planetaria in the teaching of astronomy. *Research in Science & Technological Education*, 18(1), 63–69. <https://doi.org/10.1080/02635140050031046>
- Bekaert, H., Steegen, A., van Winckel, H., van Dooren, W., Nicolini, M., Sippel, A. C., Staikidis, C., Thiering, I., & de Cock, M. (2022). Comparing students' knowledge of the apparent motion of the Sun and stars across four European countries. *Astronomy Education Journal*, 2(1), 38. <https://doi.org/10.32374/AEJ.2022.2.1.038ra>
- Bektaşlı, B. (2014). In-service science teachers' astronomy misconceptions. *Mediterranean Journal of Educational Research*, 8(15), 1–15. <https://core.ac.uk/download/pdf/524678144.pdf>
- Bektaşlı, B. (2016). The relationship between preservice science teachers' attitude toward astronomy and their understanding of basic astronomy concepts. *International Journal of Progressive Education*, 12(1), 108–116. <https://doi.org/10.29329/ijpe.2016.270.9>
- Brown, R. H. (1983). The size, shape, and temperature of the stars. Στο R. M. West (Επιμ.), *Understanding the universe*, σσ. 51–75. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-009-7211-7_3
- Dove, J. (2002). Does the man on the moon ever sleep? An analysis of student answers about simple astronomical events: A case study. *International Journal of Science Education*, 24(8), 823–834. <https://doi.org/10.1080/09500690110066935>
- Ezberci Cevik, B., Bozdemir Yüzbaşıoğlu, C., Helvacı, C., & Kurnaz, A. (2020). The opinions of prospective science teachers about some basic astronomy concepts. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 49(2), 1025–1060. <https://doi.org/10.14812/cufej.556133>
- Favia, A., Comins, N. F., & Thorpe, G. (2013). *Student misconceptions about astronomy and the best order of teaching astronomical concepts*. Academia.edu. <https://www.academia.edu/30263447>
- Galperin, D., & Raviolo, A. (2015). Argentinean students' and teachers' conceptions of day and night: An analysis in relation to astronomical reference systems. *Science Education International*, 26(2), 126–147.
- Gizon, L., Ball, W. H., Stüber, F., Vögler, A., Schaffenberger, W., Herwig, H., Birch, A. C., & Duvall, T. L., Jr. (2017). Shape of a slowly rotating star measured by asteroseismology. *Science Advances*, 3(4), e1601777. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1601777>
- Gorecek Baybars, M., & Can, S. (2018). Middle school students' misconceptions about the concepts of astronomy. *International Education Studies*, 11(11), 34–41. <https://doi.org/10.5539/ies.v11n11p34>

- Kanli, U. (2014). The effectiveness of a three-tier test to identify students' and pre-service teachers' misconceptions in basic astronomy concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(5), 411-427. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1120a>
- Kurnaz, M. (2012). Turkish students' understandings about some basic astronomy concepts: A cross-grade study. *World Applied Sciences Journal*, 19(7), 986–997. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2012.19.07.19612>
- Miller, B. W., & Brewer, W. F. (2010). Misconceptions of astronomical distances. *International Journal of Science Education*, 32(12), 1549–1560. <https://doi.org/10.1080/09500690903144099>
- Neofotistos, R., Starakis, I., & Halkia, K. (2024). “Is the Moon Self- or Hetero-luminous?”: an investigation of primary school students' ideas on the luminosity of the Moon. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(6), 1239–1263. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10427-1>
- Nikolopoulou, A., Fili, S., Founta, M., & Starakis, I. (2024). Kindergarten students' and pre-service teachers' perceptions regarding the frequency of the Moon's appearance at night. *European Early Childhood Education Research Journal*, 32(1), 137–157. <https://doi.org/10.1080/09669760.2023.2278468>
- Plummer, J. D. (2009). A cross-age study of children's knowledge of apparent celestial motion. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1571–1606. <https://doi.org/10.1080/09500690802126635>
- Plummer, J. D. (2014). Spatial thinking as the dimension of progress in an astronomy learning progression. *Studies in Science Education*, 50(1), 1–45. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.869039>
- Pundak, D., Liberman, I., & Shacham, M. (2018). From conceptual frameworks to mental models for astronomy: Students' perceptions. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE)*, 4(2), 109–126. <https://doi.org/10.19030/jaese.v4i2.10128>
- Sadler, P. (1992). The initial knowledge state of high school astronomy students. *International Journal of Science Education*, 14(2), 163–178. <https://doi.org/10.1080/0950069920140204>
- Serttaş, S., & Yenilmez Türkoğlu, A. (2020). Diagnosing students' misconceptions of astronomy through concept cartoons. *Participatory Educational Research*, 7(2), 164–182. <https://doi.org/10.17275/per.20.27.7.2>
- Sharp, J. G. (1996). Children's astronomical beliefs: A preliminary study of Year 6 children in south-west England. *International Journal of Science Education*, 18(6), 685–712. <https://doi.org/10.1080/0950069960180604>
- Srinivasan, G. (2014). What are the stars? Στο G. Srinivasan, *What are the stars? Undergraduate Lecture Notes in Physics*, σσ. 1–15. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45302-1_1