

## İLK ÇAĞLARDAN NEWTON'A KADAR DEĞİŞEN GELGİT ANLAYIŞI VE GELGİT TEORİLERİ

Mustafa ÇIRPAN

*İstanbul Teknik Üniversitesi | cirpan19@itu.edu.tr*

### ÖZET

Bu çalışmada tarih öncesi dönemden başlayarak gelgit olaylarının insanlar tarafından algılanış şeklinin nasıl değiştiğini yaklaşık olarak kronolojik bir biçimde, Newton'un *Principia*'sına kadar olan kısmı ile ele alınmıştır. Gelgitlerin tarihine ilişkin bugünkü anlayış, gelgitlerin ne olduğu, nasıl gerçekleştiği, çeşitleri ve sebepleri belirtilmiştir. Gelgitler ile ilgili ilk yazılı ya da yazılı olmayan kaynaklardan başlayarak sırasıyla İlkçağ, Ortaçağ, Rönesans ve 17. yüzyılı kapsayacak şekilde gelgit gözlemlerinin önemli isimleri ve önemli teorileri aralarında bağlantılar kurarak irdelenmiş ve bir derleme haline getirilmiştir. İsimler ve olaylar bazen kronolojik bazen de olay örüntüsüne göre sıralanmıştır. Gelgitlerin etkisinin gözlenmediği ve bunun sonucu olarak gelgitlerin tarih boyunca algılanış biçiminin ve gelgitler ile ilgili teorilerin çok konuşulmadığı ülkemizde yerel kaynak teşkil etmesi açısından gelgitlere ilişkin düşüncelerin ve teorilerin tarihi kısa ve açık şekilde, matematiksel ifadelerle başvurmadan ifade edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Gelgit tarihi, gelgit teorileri, eski gelgit gözlemleri.

### 1. Giriş

Astronomi tarihinde gelgit olayı her zaman insanlar tarafından ilgi ve merakla karşılanan bir olay olmuştur. Tarih boyunca insanlar sürekli gelgit olaylarını anlamlandırmaya çalışmışlardır. Bu anlamlandırma ve izah olayı bazı durumlarda metafizik ve mistik olaylara dayandırılmış, bazı durumlarda ise doğal olgulara dayandırılmaya çalışılmıştır. Bahsettiğimiz bu gelgit olayına bir dayanak arama çabası içinde yaşanan döneme göre sürekli şekil değiştirmiş, coğrafyadan coğrafyaya değişkenlik göstermiştir. Bazı coğrafyalarda ise bulunan coğrafyaya bağlı olarak hiç fark edilmemiş ve gündem edilmemiştir. Bu gözlemler üzerine açıklamalar geliştirme girişimleri ve tartışmalar ilk çağlardan başlayarak yakın geçmişe kadar devam etmiştir. Çalışmamda bu gelişmeleri tarih öncesi zamanlardan alarak Newton'a kadar taşımaktır. Çalışmayı Newton'a kadar getirmemin temel nedeni günümüzde kabul gören gelgit açıklamasının temelini, Newton'un evrensel yerçekimi yasasına dayandırdığı gelgit teorisi olmasıdır (Reidy, 2008). Newton'dan sonra da gelgit ile ilgili birçok açıklama ve izah getirilmiştir ancak bunlar sadece gelgit olayının diğer evrelerinin detaylarını açıklayıcı ve onu tamamlayıcı nitelikte olmuştur. Örneğin, Laplace Eşitlikleri gelgit konusunda birçok detayı açığa kavuşturmuş ve matematiksel boyutuna derinlik kazandırmıştır. Ancak Laplace, uzun süreli gelgit salınımlarının (bir sonraki başlıkta açıklanıp detaylandırılacak) Newton'un denge teorisi ile yeterince açıklanabileceği kanaatinde olmuştur (Darwin, 2009). Özetle, Newton'dan sonra gelgit teorilerinde devrimsel boyutta bir değişiklik olmadığı ve olayın detayları Newton fiziği ile açıklanabileceği için çalışmamı bu sınırlar içerisine yerleştirdim.

Ayrıca çalışmamı yapmamdaki bir diğer motivasyonum da gelgitlerin tarih boyunca algılanış biçimi ve gelgit teorileri ile ilgili Türkçe kaynağın yok denecek kadar az olması yahut erişilebilirliğinin kısıtlı olmasıdır. Bu bağlamda gelgitlerin tarih boyunca algılanış biçimi ve gelgit teorileri ile ilgili yapılmış Türkçe bir derlemenin olmaması, bana bu çalışmayı yapmak noktasında

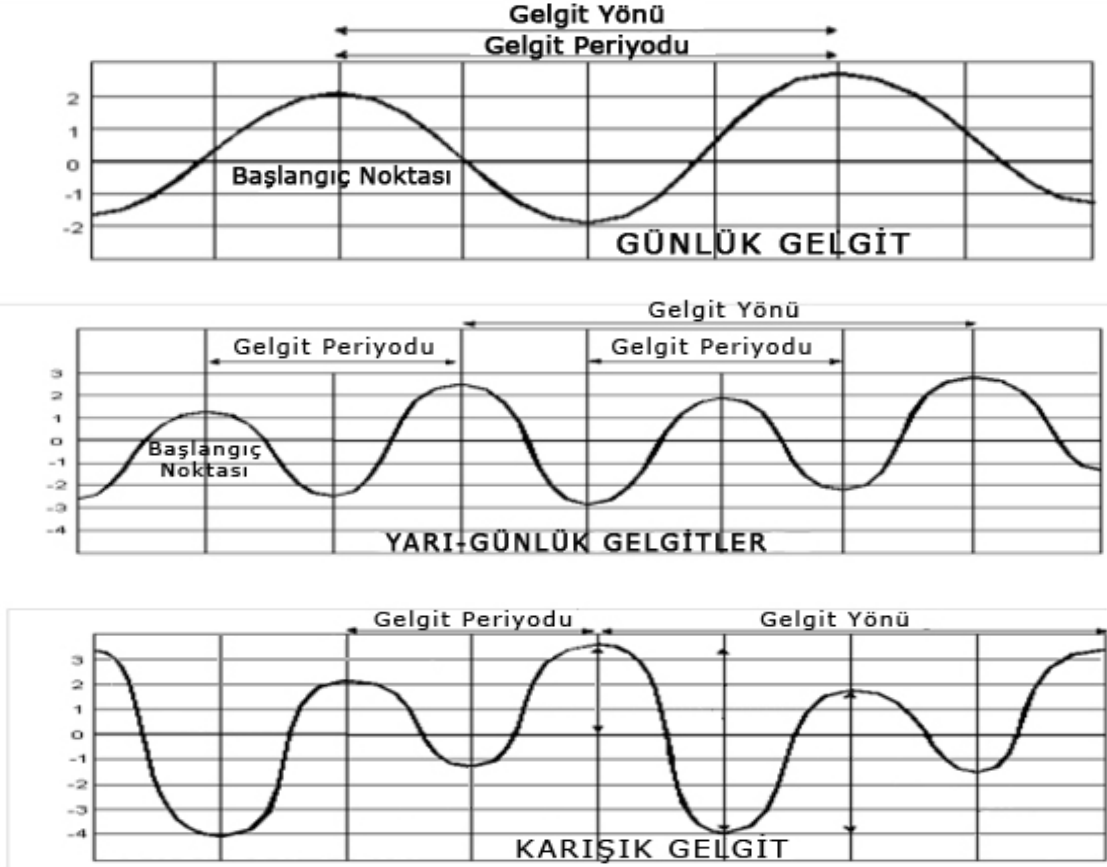
ayrı bir motivasyon kaynağı olmuştur. Dolayısıyla benden sonra bu konuyu araştıracak olanların çalışmamdan faydalanması beni çok mutlu edecektir.

## 2. Gelgit Nedir? Nasıl Oluşur? Çeşitleri Nelerdir?

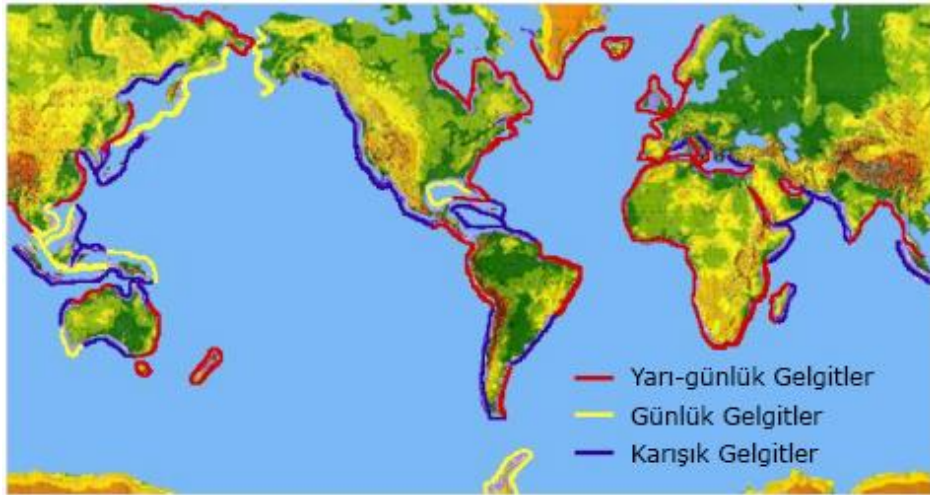
Denizcilik tarihinin vazgeçilmez bir doğa olayı olan gelgitlerin muhtelif tanımları vardır. Bunlardan bir tanesi “Okyanusların ve atmosferin periyodik yükselmesi ve inmesi olayı. “Gel-git olayının nedeni kendi eksenini etrafında dönen yerküre üzerinde ay ve Güneşin gel-git yaratan gücüdür. Bu güç gerek atmosferde gerekse okyanuslarda dalga yaratır.” ifadeleri ile meteoroloji genel müdürlüğünün meteoroloji sözlüğündeki tanımıdır (Meteoroloji Sözlüğü - Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2020). Ayrıca bir diğer gelgit tanımı da “Güneş ve ayın kütle çekiminin yeryüzünde neden olduğu, okyanusların yüzeyinin döngüsel yükselişi ve düşüşü” şeklinde yapılmıştır (Glossary of Terms, 2000).

Modern astronomide gelgitlerin, Ay ve Güneş’in Dünya üzerindeki çekim gücüne bağlı olduğunu biliyoruz. Gelgitlerdeki en büyük etken Güneş değil Ay’dır çünkü Güneş’in kütle çekimi Ay’a göre her ne kadar fazla olsa da Ay’ın Dünya’ya yakın olması dolayısıyla Dünya üzerindeki etkisi çok daha fazladır. Gelgit olayı gün içinde iki kabarma iki çekilme şeklinde altı saatte bir gerçekleşir. Sudaki bu değişimler bir öndeki güne göre yaklaşık elli dakikalık bir gecikme ile olur (COĞRAFYA SÖZLÜĞÜ - Coğrafya Sözlüğü - Kaynakça - Türk Coğrafya Kurumu, 2020).

Gelgitler üç farklı şekilde meydana gelir. Bunlardan birincisi yarı-günlük (semi-diurnal) gelgitlerdir. Ay’ın Dünya’ya en yakın olduğu bölgede ve bu bölgenin tam zıttında bir kere olmak üzere, 12 saat 50 dakikada iki kere meydana gelir. Diğer gelgit şekli ise günlük (diurnal) gelgitlerdir. Bunlar yarı-günlük gelgitlere nazaran etkisi daha az olan gelgitlerdir ve suların günde bir kez yükselip alçalması şeklinde gerçekleşir. Günlük gelgitlerin oluşmasının temel nedeni Dünya’daki kara kütlelerinin heterojen dağılımı ve kıtaların su kütlelerinin hareketini önlemesidir. Üçüncü gelgit tipi ise karışık gelgitlerdir. Su yükselmesi ve alçalması günde iki kez gerçekleşir ancak kabarmalar arasında yükseklik farkları çok fazladır (Soysal, 2016).

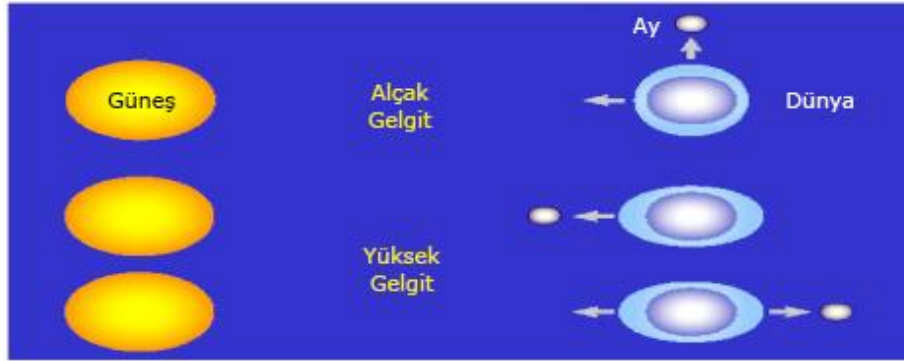


Şekil 1. Gelgit Çeşitlerinin Grafikleri (Soysal, 2016).



Şekil 2. Dünya'nın farklı yerlerinde görülen gelgit tipleri (Soysal, 2016).

Gelgitler sadece Ay'ın hareketlerinden etkilenmez. Güneş de gelgitleri etkileyen bir faktördür ancak Ay kadar etkilemez. Ay yeniay ve dolunay konumlarında Dünya, Güneş ve Ay aynı doğrultuya dizilirler. Bu durumda okyanus suları üzerindeki Ay çekimine bir de Güneş çekimi eklenir ve okyanus sularındaki yükselme miktarı artar (gelgit genliği artar). Buna yüksek gelgit (spring tide) denir. Ay ilkördün ya da son dördün evrelerinde iken Dünya'dan Güneş'e ve Ay'a çizilen doğrular arasındaki açı yaklaşık doksan derece olur ve Güneş Ay ile dik pozisyonda olduğundan birbirlerinin okyanus suyuna olan çekimlerini azaltırlar (Gelgit genliği azalır). Bu duruma ise alçak gelgit (neap tide) denir. Gelgit genliği sadece Ay'ın konumuna göre değişmez. Atmosferik olaylar da gelgit genliğini etkileyen faktörlerdendir (Soysal, 2016).



Şekil 3. Yüksek ve Alçak Gelgitler (Soysal, 2016).

Gelgitleri etkileyen diğer astronomik faktörlerden bazıları da şu şekilde sıralanabilir (Ikehara, 2013, s. 7) :

- \* Ay kütle çekimi, Ay'ın altında kalan bölgede şişkinlik yaratır.
- \* Ay'ın, Güneş çevresindeki yörüngesinde meydana gelen değişimler gelgitlerde 18,6 yıllık varyasyonlar oluşturur.
- \* Dünya-Ay ve Güneş-Dünya arası mesafe değişimleri gelgitlerde yıllık ve aylık varyasyonlar oluşturur.

## 2.1 Metodoloji

Çalışmamda niceliksel veriler dâhil etmeksizin gelgitlerin tarih boyunca algılanış biçimi üzerine, ilkçağlardan Newton'a kadar geçen süre zarfında günlük hayatın içerisindeki insanların yahut doğa felsefecilerinin gelgitler üzerine neler düşündüklerini, gelgit olaylarını nasıl sebeplere bağladıklarını sosyal bir perspektiften inceleyerek bu alanda ilk bilimsel girişimler hangileri olmuştur gibi sorulara cevaplar arayacağım. Tabi ki ilk önce gelgit olayını okuyucular için biraz daha anlaşılır kılmak adına onun bilimsel sebep ve sonuçlarını, gelgitleri etkileyen faktörleri, gelgit çeşitlerini ve hangi gelgit türlerinin Dünya'nın hangi bölgelerinde meydana geldikleri konuları üzerinde kısaca duracağım. Çalışmam belirli bir çağ üzerine odaklanmaktan ziyade birçok çağdaki gelgit anlayışları ve bu anlayışların nasıl değiştiği gibi konuları kapsamaktadır. Bu anlamda farklı zamanlar arasında gelgit olayı üzerinden bağlantılar ve köprüler kurmaya çalışacak, bunu yaparken o dönemin koşullarını göz önünde bulundurarak gelgit ile ilgili yorum yapan ve teoriler geliştiren kişi ya da kişilerin de hakkını teslim etmeye çalışacağım.

Örneğin, eski çağ otoritelerinin başında gelen Aristoteles'in gelgitler ile ilgili yorum ya da tespitlerinin olmayışı, İngiltere'de ilk gelgit tablolarını tuttuğu bilinen ve Londra Köprüsü üzerindeki gelgitleri öngörebilen John Wallingford'dan yaklaşık iki yüzyıl önce Çin'deki Chhien Thang nehri ile ilgili benzer kayıtlara rastlanması, Francis Bacon'ın suların yükselme saatlerinin genellikle Cebelitarık'tan Kuzey Denizi'ne doğru ilerlediğini biliyor olması ve gelgit kayıtlarının Afrika kıyılarında ve yenedünyada tutulmasını önermesi gibi pek çok olay ve teoriyi içerecektir (Case, 2000).

Ayrıca gelgitler ile ilgili ilk bilimsel çalışmayı yapan insanın Zekeriyya El-Kazvini (1203-1283) olması ve Dünya ile Güneş'in suyu ısıtması sonrasında suyun genleştiğini öne sürmesi, okyanus faz gecikmesini keşfetmesinin yanı sıra her limanın faz gecikmesinin kendine has olduğunu keşfeden İngiliz keşiş Bede'nin gelgitleri Dünya'nın Ay'a su üflemesi şeklinde açıklaması (Ekman, 1993) gibi konuların yanı sıra Biruni'nin "Tahkîku mâ li'l-Hind : Bîrûnî'nin gözûyle Hindistan" isimli eserinde gelgitler üzerine yazdığı notların yorumlanması gibi konular da çalışma yelpazemin diğer yapıklarını teşkil edecektir.

### 3. Gelgit Gözlemleri

#### 3.1 En eski gözlemler

Astronomi tarihi ile gelgit tarihi birbirine paralel ilerlemektedir. İnsanların gelgitler ile ilgili bilgilerinin gelişimi, yer bilimlerinde ve astronomi tarihinde önemli bir yer tutar. Bunun temel sebebi gelgit tarihçesinin uzun ömürlülüğü ve gelişim hızıdır. Okyanus bilimi insanlık tarihinin çok eski zamanlarına dayanmamaktadır ancak modern aletlerin gelişimi ile ilerlemesi hız kazanmıştır. Bu açıdan gelgitlerin tarihçesini, deniz bilimi ile değil astronomi tarihi ile karşılaştırmak daha doğru olacaktır. Astronomi tarihi ve gelgitlerin tarihi için ortak noktalar, her ikisinin de doğaüstü tezahürler olarak ortaya çıkması ve daha sonra yön bulma ihtiyacını gidermesidir. Bir diğer ortak noktaları ise yine her ikisinin de Ay ve Güneş'in hareketleri ile ilişkilendirilmeleri ve tarih boyunca bu bağlamda ele alınmaları olmuştur (Cartwright, 2001).

En eski gelgit gözlemleri Antik Yunan'a dayanır. Burada bahsettiğimiz gözlemler yazılı olanlardır. Ancak bu dönemden çok daha öncesine dayanan, göz ardı edemeyeceğimiz ve yazılı olmayan bir gelgit önlemi mevcuttur. İnsanların gelgitleri dikkate alarak yaptıkları tasarımlara ilk örnek MÖ 2500-1500 yılları arasında Hindistan'daki Sabarmati Nehri'nde bulunan gelgit iskelesidir. 36 metreye ve 216 metre büyüklüğündeki iskele yüksek gelgitlerde açılabilen ve düşük gelgitlerde kapanabilen ve gemilerin içeri girip dışarı çıkmasına olanak sağlayacak şekilde tasarlanmış ve dar girişe sahip bir yapıdır. Sabarmati Nehri'nin döküldüğü Kambay (Khambhat) Körfezi güçlü bir gelgit bölgesidir. Bu bölgeye gelen Büyük İskender ve ordusu bile kendi ülkelerindeki gelgitlerden farklı olduğu için paniğe kapılmışlardır. Önemli ticaret merkezlerinden olan bu bölgeye güvenli gemi giriş ve çıkışları için yerel görevliler tahsis edilmesi de bu bölgenin gelgit bilgisi ve tarihinin çok eskilere dayandığının bir göstergesidir (Cartwright, 2001).

Akdeniz'in algılanması zor, küçük çaplı gelgitlerine aşına olan antik bilim adamları gelgitlere daha az ilgi göstermişlerdir. Yunanlılar doğuya doğru, Romalılar da batıya doğru genişlemeye başlayınca, okyanuslardaki suların büyük ölçekli çekilme ve kabarmaları ile karşılaştılar. Gelgitlere karşı artan ilginin bir sonucu olarak dört bir tarafı sularla ve nehirlerle kaplı olan Büyük Britanya gelgitler ile ilgili gözlem yaparak bilgi toplaması için denizciler görevlendirmeye başlamıştır. Gelgitlere olan ilgi sürekli artmış ve açıklama çabası da aynı ölçüde önemsenmeye başlanmıştır (Reidy, 2008).

Gelgit gözlemlerinin en eski yazılı dayanakları ilkçağlarda Eski Yunan kolonilerine dayanır. Fakat bu bölgelerde gelgitler ve etkileri çok az olduğu için bahsettiğimiz gelgit gözlemleri bu bölgenin dışına çıkan genellikle kâşifler ve astronomiye ilgi duyanlar tarafından not edilmiştir. Bunların başında MÖ 325 yılları civarında gözlemler yapan denizci Nearchus ve kâşif, astronom Pytheas gelir. Nearchus, Büyük İskenderin seferlerine amirallik yaptığı sıradaki Hindistan gözlemlerini not etmiştir. Pytheas ise İspanya'dan İngiltere'ye yaptığı deniz yolculuğu sırasında Atlantik okyanusu üzerindeki gözlemlerini not etmiştir. Bununla yetinmeyip gelgitlerin etkisinin yeniay evresinde arttığını da not ederek gelgitlere etkiyen temel sebebin ay hareketleri olduğunu da savunmuştur. Bunu takiben geometrici Eratosthenes (MÖ 276–194) Sicilya Boğazı içerisindeki gelgitleri çalışmıştır ve gelgit frekanslarının yarım günlük olduğunu not etmiştir. Daha sonraları yaklaşık MÖ 150'lerde Seleukos gelgit gözlemlerini bir adım ileriye taşıyarak Ay'ın sapması arttıkça gelgit genliklerinin büyüdüğünü not etmiştir (Souchay vd., 2013). Gelgitlere dair ilk kesin kanıtlardan bir tanesi de Herodot (MÖ 484-425) 'a aittir. *Histories* isimli kitabının ikincisinin 11. Bölümünde muhtemelen kendisinin yaptığı gezilerdeki gözlemlerine dayanarak, Kızıldeniz'deki Suez Körfezi'nde suların her gün alçalıp yükseldiğine dair notları mevcuttur (Cartwright, 2001).

Aristocu evren anlayışını benimsemiş Yunan bilim insanı Poseidonios (MÖ 135-51) İspanya'nın Atlantik kıyılarında yaptığı gözlemler sonucu gelgitler ile ilgili çok önemli notlar bırakmıştır. Notlar günümüze kadar gelememiş ancak Yunan coğrafyacı Strabon tarafından alıntılanmıştır. Poseidonos'un çalışmaları ve Strabon'un gözlemleri bizi tarihin en eski gelgit teorisine götürmüştür. Poseidonios bir kuyudaki suyun yükselip alçalması ile Ay'ın evreleri arasında ilişki kurarak, gelgit evrelerinin ve oluşum zamanlarının kuyudaki su seviyesine göre belirlenebileceğine dair bir teori ortaya atmıştır. Strabon'un kuyu fenomeni yaygın olup her ne kadar bilinse de bunu ilk gözlemleyen Poseidonios olduğunu ve İspanya'ya bu araştırması için bilimsel bir gezi düzenlediği bilinmektedir (Ekman, 1993).

Nefes alan Dünya kavramı Strabo ve çağdaşı Pomponius Mela tarafından bir benzetme olarak kullanılmış ve böyle bir durumun olanaksızlığı, bu isimler tarafından açıkça belirtilmiştir. Ancak bazı stoik felsefe savunucuları tarafından Dünya gerçekten nefes alan bir canlıya benzetilmiş ve gelgitler de Dünya'nın aldığı bu nefes olarak nitelendirilmiştir. Wang Chung (MS birinci yüzyıl)'a ait olan satırlarda gelgit nehirlerinde meydana gelen su seviyesi değişimini mikrokozmos ve makrokozmos teorisi kapsamında nefes alan Dünya olarak nitelediği görülmüştür (Cartwright, 2001).

### 3.2 Ortaçağ gelgit gözlemleri

Ortaçağ'dan itibaren Rönesans'a kadar olan gelgit hareketleri ile ilgili gözlemleri ve açıklamaları üç ana başlıkta toplamak yerinde olacaktır. Birincisi olarak vitalistik (canlıcı) ya da efsanevi gözlemlerdir. Su altı yarıkları ve suyun dışarıya doğru uyguladığı kuvveti, Dünya'nın doğal yaşam işlevlerine (nefes alan Dünya) bağlayan gözlemler ile karşılaşmaktayız. Efsanevi gözlemlerin bir diğeri de gelgitlerin makrokozmos ile mikrokozmos arasındaki haberleşme olduğu inanışlarıdır ve bu görüş Rönesans döneminde de uzun uzadıya tartışılmıştır. İkinci gözlem çeşidi ise doğa bilimlerine uygun ancak astronomik olmayan gözlemlerdir. Bunlar rüzgârlar, nehirler, limanlar ve deniz yataklarının özellikleri, deniz suyunun tuzluluğu, derin suların sıcaklıkları gibi faktörlerdir. Bu tür gözlemler tuza biçilen rol dışında aslında gelgitler ile ilgili astronomik olmayan faktörleri içermektedir. Üçüncü kategori ise astronomik gelgit gözlemleridir. Gelgitler arasındaki ilişkiler, yarı günlük ve günlük gelgitler, ay evrelerinin



gelgitler üzerindeki etkileri, Güneş ve diğer gök cisimlerinin gelgitlere etkileri gibi faktörleri kapsar (Bonelli & Russo, 1996).

Poseidonios, gelgitler ile ilgili çok önemli gözlemler yapmıştır. Bunlar arasında Ay'ın yükselişinin 30 dereceye ulaştığında su yüksekliklerinin zirveye doğru çıkması, ayrıca Strabo'nun Poseidonios'dan alıntıladığı üzere ekinoksların çevresinde genlik doruklarına sahip yıllık varyasyonlar gözlemlendiğini gibi konular yer alır. Bu gözlemlere ek olarak Gaius Plinius Secundus (M.Ö 23–79) Ay'ın geçişi ile gelgitlerin maksimuma ulaştığı an arasında bir gecikme olması gibi oldukça hassas diyebileceğimiz bir gözlemlerde bulunmuştur. Poseidonios gelgit olayında Güneş'in Ay'dan daha etkili olduğuna kanaat getirmiştir (her ne kadar olaya suların buharlaşması mantığı ile bakarsak da sonucu doğrudur). Bu durumda diyebiliriz ki İlkçağ gözlemcileri gelgitler ile ilgili temel karakteristik özellikleri bilmekteydiler ve tek eksikleri bu gözlemleri fiziksel dayanaklara ve kanunlara ilişkilendirmektir. Bu dönemlerden sonra Arap bilim insanları ve daha sonra gelenler gelgit teorilerine ufak tefek eklemeler yaptılar ancak bunlar çok samsasyonel eklemeler teşkil etmemiştir. Fakat burada Arap bilim insanlarının oynadığı gelgit teorisi üretmekten daha önemli bir rol vardır. Bu rol genel olarak bilimsel bilginin Eski Yunan'dan Batı medeniyetlerine geçmesini sağlamak olmuştur (Souhay vd., 2013).

Kayseri doğumlu, Yunan Kilisesi'nin kurucusu ve Kayseri'ye kendi manastırını kuran Aziz Basileios (329-379), Plinius gibi nefes alan ve veren Dünya mantığı ile gelgitleri açıklamıştır. George Sarton, Aziz Basil ile ilgili sadece Ay hareketlerinin yarattığı gelgitleri açıklamakla kalmadığını aynı zamanda ince sapmalara sebep olan ve ince hesaplamalar ile ölçülen atmosferik gelgitleri de keşfettiğini öne sürmektedir (Cartwright, 2001).

İranlı astronom Ebu Ma'sher el-Belhi (787–896) gelgitleri yarı günlük, iki haftalık ve altı aylık şeklinde üç ayrı fazda incelemiştir. Ancak Poseidonios gibi ay ışığının gelgitlere sebep olduğunu düşünmemektedir. Ancak tüm bunlara rağmen kendisi aynı zamanda bir astrolog olması dolayısıyla doğaüstü olaylara da inanmaya meyilli olmuştur ve okyanus sularının yükselmesinin Ay ve Güneş'in sahip olduğu bazı erdem ve faziletler olduğunu iddia etmiştir (Ay, Güneş'ten daha erdemli). Ebu Ma'sher, bazı havzalarda önemli gelgit olaylarının olmayışını, ay etkisinin ortadan kalkması şeklinde değil, bu havzaların kendi yapısından kaynaklandığını (doğru bir şekilde) açıklamıştır. Ayrıca Ortaçağ gelgit bilgisi, Ebu Ma'sher'in eserleri 1140 yılında Latinceye çevrilene kadar Gaius Plinius Secundus' dan gelmekteydi (Souhay vd., 2013).

Ebu Ma'sher aynı zamanda gelgitlerin sebeplerini olası sekiz nedene bağlayarak günümüzdekine yakın bir sıralama yapmıştır (Cartwright, 2001). Bu sebepleri sıralayacak olursak;

1. Ay ve Güneş arasındaki açısal mesafe,
2. Ay'ın yörünge farklılıkları,
3. Ay'ın yere uzaklığı,
4. Ay'ın ekliptiğe göre enlemi,
5. Ekvatorun kuzey veya güney enlemi,
6. Ay kökenli olmayan gün süresi etkisi,
7. Gün ışığı süresi,
8. Rüzgâr çeşitleri.

Sekizinci yüzyıl başlarında Hristiyan âleminde Aziz Bede (673-735) olarak anılan din adamı ve tarihçi Bede, her limanın kendi gelgit fazına sahip olduğunu fark etti ve okyanus dalgalarının faz gecikmesini keşfetti. Buna rağmen ay tarafından Dünya'ya hava üflenmesi sonucu gelgitlerin

oluşturduğunu düşünmekteydi. Gelgit ile ilgili ilk bilimsel açıklama girişimi Zekeriya El-Kazvini (1203-1283) tarafından yapılmaya çalışılmıştır. Kazvini, Güneş ve Ay'ın okyanus sularını ısıtarak hacimce genişletmesinin gelgitlere sebep olduğunu öne sürmüştür. Kazvini'nin çalışması gelgitler üzerindeki Ay etkisinin Güneş etkisinden fazla olduğu gerçeğini açıklamaya yetmemiştir (Ekman, 1993). Kazvini gelgitler dışında coğrafya, iklimler, kültür tarihi (özellikle insanın sosyal bir varlık oluşu), yerkürenin ekvatorla ikiye ayrılması, saat, enlem ve boylamlar vb. konular üzerine çalışmış önemli bir coğrafyacısıdır. Çalışmalarının bir kısmında Biruni'yi kaynak göstermiş ve ondan etkilenmiştir (KAZVİNÎ, Zekeriyyâ b. Muhammed - TDV İslâm Ansiklopedisi, t.y.).

Biruni Tahkîku mâ li'l-Hind: Bîrûnî'nin gözûyle Hindistan isimli eserinde Hindistan yolculuğu sırasındaki gelgit gözlemlerini ve gelgitlere Hint bakış açısını irdelemiştir. Biruni burada Hindistan gelgit anlayışının deniz içinde nefes alan "Vadavanala" isimli ateşten yaratılan nefes alıp vermesi gibi efsanevi bir olaya bağlandığı ve gerçek sebeplerinin anlaşılmadığı üzerinde durur. Hindistan'ın üst tabaka insanların ise günlük gelgitleri Ay'ın doğuşu ve batışına, aylık gelgitleri Ay'ın ışığının artmasına yorduklarını da belirtmiştir. Hinduizm'in ortaçağ metinlerini kapsayan yazıt olan Vişnu Purana' da gelgit yüksekliğinin 1500 parmak yani yaklaşık 60-70 arşın civarında olabileceğini belirten Biruni, bunun mümkün olamayacağını ancak istisnai durumlarda meydana gelmiş de olabileceğini anlatır (Bîrûnî, 2015). Eserinde Hintlerin gelgitlere sadece efsanevi ve teolojik olarak yaklaştıklarını ve bu konudaki inanışlarının detaylarını vermiştir.

Newton'a kadar geçen sürede Arap bilginlerinin farklı zamanlarda farklı çalışmaları olmuştur. Bunlardan bazıları isabetli yorumlar iken, bazıları da sadece gözlem niteliği taşıyan yahut gelgitleri yeterince açıklayamayan yorumlar olarak kalmıştır. El- Cahiz (ö. 869) ve Ahmer ibn Tayab (ö. 899) 'ın çalışmalarında gelgitler ile ilgili tartışmaları olduğunu görülmektedir. Ayrıca İbn'ül-Fakîh, Kitab-ül Buldan isimli eserinde Güney Çin Denizindeki yarı-günlük gelgitlere ilişkin bir tartışma da eklemiştir. Onuncu yüzyıl ünlü İslam dünyası coğrafyacısı ve kâşifi Ahmed El-Makdisi (ö. 1000) ünlü eseri Ahsenü't-Tekâsîm 'de gelgitleri tartışmış ve gelgit döngülerinin altını çizmiştir (Panikkar, 2015).

Müslüman coğrafyacıların çoğu gelgitlerin nedenlerini, okyanusların yapısı ve tuzluluk oranları ile açıklamaya çalışmışlardır. Bazı İslam bilginleri ısının (Güneş ve Ay tarafından üretilen) su üzerindeki etkisine işaret etmiş, bazıları ise gelgitleri rüzgârın deniz suyu üzerindeki etkisine bağlamıştır (Selin, 2008). Biruni, bahsettiğimiz bu sınıflandırmanın dışında kalır. Çünkü onun gelgitler ve deniz bilimi üzerine tahminleri zamanının çok ötesinde ve Newton hareket yasalarının sonuçlarına çok yakındır. Biruni akarsuların, arazi yüzeylerini şekillendiren en önemli faktör olduğunu belirtmiş ve Hindistan ovalarının nehirleri denize yaklaştıkça, hızlarının ve taşıma güçlerinin orantılı olarak arttığını da fark etmiştir. Ayrıca Güneş'in gelgit üzerindeki etkisini fark etmiştir. Bunların çok ötesinde, gelgitler ile ilgili en önemli gözlemi ise Ay'ın gelgitlere etkisinin yanı sıra Güneş'in de etki ettiğini belirterek, gök cisimlerinin gravitasyonel bir çekimi olduğunu ve gelgitlere sebep olan esas etkinin de bu olabileceğini ifade etmiştir (Selin, 2008).

Gallerli Gerald (Giraldus Cambrensis 1147-1220)'in gelgit ile ilgili çalışmaları, Bede'nin ve Plinius'un çalışmalarının tekrarı niteliğindedir. Gerald, İngiltere'de kıyılar boyunca gelgitlerdeki faz değişiklikleri üzerinde çalışmıştır. Ancak Gerald'ın İrlanda denizleri üzerindeki bazı gözlemleri sıra dışı ve marjinaldir. Örneğin, Gerald İrlanda denizlerindeki çok hızlı ilerleyen bir gelgit fazından bahseder. Bu durum yanlış anlatılan bir denizci hikâyesi olabilir ya da ilginç bir doğa olayı özelliği de taşıyabilir (Cartwright, 2001).



### 3.3 Rönesans ve 17. yüzyıl gelgit gözlemleri

16. yüzyılda gelgit teorileri genellikle doktor ve astronomlardan gelmiştir. Rönesans'ta bilim insanları Ay, Güneş ve Dünya üzerindeki etkileri yoğun şekilde anlamlandırmaya çalışmış ve gelgit anlayışının diğer dönemlere nazaran en belirgin özelliği bu fenomenin artık ışık ışınları sayesinde olmadığı konusunda genellikle hemfikir olmuşlardır. Rönesans ortak gelgit görüşleri arasında su kütlesinin sabit kaldığı ve su yükselmelerinin Ay ve Güneş kaynaklı (Ay, Güneş'e göre kesinlikle daha fazla etkiye sahip) olduğu, demir ile mıknatıs arasındaki manyetik güce benzeyen bir tür güç sayesinde gerçekleştiği kanısı olmuştur. Bu fenomenleri okült güçlere bağlayanlar varlığını devam ettirse de bilim camiasındaki genel kanı yukarıda bahsedildiği şekliyle kabul görmüştür (Souhay vd., 2013). Ayrıca şunu da belirtmeliyiz ki Rönesans gelgit anlayışı iki temel düşünce etrafında toplanmıştır. Bunlardan birincisi Kopernik devrimi sonucu gelgit fenomenini Dünya'nın hareketine bağlayanlar (Galileo bunun en önde gelen temsilcilerinden olmuştur), ikincisi ise deniz seviyesindeki değişimleri Güneş ve Ay'ın konumları ile açıklanma girişimleridir (Bonelli & Russo, 1996).

16. yüzyılın başında İtalyan Doktor Lucius Bellantius, gelgitlerin ışık ışınlarına bağlı olduğu görüşünü, Ay'ın yeniay evresinde hiç gözükmemesine rağmen su seviyesindeki yükseltilerin fazla oluşunu öne sürerek reddetmiştir. Ancak Ay'ın sanal ya da manyetik ışınlar yayarak gelgit etkisi yarattığını iddia etmiştir. Bir başka Doktor, Frederik Grisogono (1472–1538), Güneş'in bazı durumlarda Ay'ın etkisini artırdığını, bazı durumlarda ise azalttığını öne sürmüştür. Gerçeğe çok yakın tahminler yapan Grisogono (Chrisogono), Güneş Dünya ve Ay aynı doğrultuda iken gelgitlerin maksimum genlikte olduğunu da belirtmiştir. Manyetik model savunucuları bu isimlerle sınırlı kalmamıştır. İtalyan bilim insanı Jules César Scalinger (1484–1558), demirin herhangi bir fiziksel temas olmadan bir mıknatıs tarafından hareket ettirildiği gibi okyanus ve denizlerin de aynı etki ile kabardığını ifade etmiştir. Ayrıca manyetizma alanında ilksel çalışmaları yapan ve elektrik kelimesini ilk kez kullanan William Gilbert (1544-1603), Dünya'nın dev bir mıknatıs olduğunu fark ederek manyetik çekim fikrinin bir diğer savunucusu olmuştur (Souhay vd., 2013).

Gelgitler ile ilgili tüm öngörü ve bilimsel çalışmalar 16. yüzyıla kadar oldukça yetersiz kalmış, bu konuda ilk bilimsel çalışma dalgası İngiltere'de ortaya çıkmıştır. Bu konuda Galileo Dünya'nın hareketine dair bir teori ortaya atmış, Kepler ise manyetik çekim teorisini savunmuştur. Descartes Ay'ın, Dünya üzerinden geçmesi sebebiyle sıkışma ve girdap teorilerini ortaya atmıştır. Ay'ın gelgiti bir şekilde kontrol ettiği dönemin bilim insanları tarafından biliniyordu ancak gelgitlerin teorik boyutunun tüm açıklığı ile anlaşılmaya başlaması Royal Society'nin kurulmasından "Philosophical Transactions of the Royal Society of London" isimli bilimsel derginin, yayınlanmaya başlamasına yani 17. yüzyılın son çeyreğine tekabül eder (Reidy, 2008).

Burada Descartes'in girdap teorisini biraz açmak faydalı olacaktır. Çünkü Descartes 1644'te yayınlanan Felsefe İlkeleri'nde kendisinden önceki teorilere göre nispeten farklı bir teori geliştirmiştir. Girdap teorisine göre tüm gök cisimleri kendi girdaplarının merkezindedir ve Güneş ana girdap merkezidir. Gök cisimlerinin dönüşleri ikinci bir girdap oluşturur. Ay, Dünya'nın girdabı tarafından taşınır, ancak kendisinin de Dünya'dan farklı bir dönüş hızı olduğu için maddenin akışını bozarak Dünya'nın merkezinin yer değiştirmesine yol açar. Ay'ın varlığı, Dünya'yı çevreleyen girdabın rahatlıkla akamamasına neden olur ve bu durum okyanus yüzeylerinde farklı basınçlar oluşturarak gelgitlere neden olur (Souhay vd., 2013).

### 3.3.1 Galileo'nun gelgit olayına ilişkin açıklaması

Galileo, "Dialogue Concerning the Two Chief World Systems" isimli eserinde çağının çok konuşulan konusu olan gelgitlerin sebeplerine dair cevap aramıştır. Ancak Galileo'nun bulduğu cevap hem kendi döneminde hem de bugün düşünüldüğünde tatmin edici bir cevap olmamıştır. Gelgitler ile ilgili birincil değil ikincil sebeplerin ve sorunların çözümü olma niteliği taşıyan bu açıklama Kopernikçi düşünce yapısına sahip olan Galileo'nun gelgitleri Dünya'nın dönme hareketinin bir sonucu olması düşüncesidir. Galileo gelgitler ile ilgili bu düşünce ve açıklamalarını Kopernikçi düşüncenin, Aristocu evren anlayışına karşı durabilmesi amacı da taşıyarak üretmiştir (Pitt, 1988). Ayrıca Galileo o dönemin otoritelerine karşı durmakta ve Güneş merkezli evren modelini savunmaktaydı. Gelgitlerin sebebi olarak Dünya'nın hareketi Galileo'ya göre Dünya'nın hareket ettiğinin fiziksel bir kanıtını oluşturmaktaydı. Aynı zamanda de gelgit olayını bu yolla izah ederek, düşünce altyapısı için eşi benzeri bulunmaz bir materyal elde etmekteydi (Shea, 1970).

Galileo elbette Newton'un çekim yasasını bilmiyordu ve gelgitleri yorumlamadaki hatasının temeli Dünya'nın yörünge hareketini yanlış bilmesinden kaynaklanıyordu. Kepler'in gelgit görüşlerini (manyetik çekim) reddetmiş hatta bunları çocuksu bulmuştur. Aynı zamanda Atlantik ve Pasifik Okyanuslarında günde bir yüksek ve bir alçak gelgit meydana geleceğini savundu ancak çağdaşları Atlantik Okyanusu'nda günde iki gelgit olduğunu not edince Galileo bu iddiasını 1632 yılındaki Dialogues Concerning the Two Chief World Systems isimli eserinden kaldırmıştır (Souhay vd., 2013).

## 4. Newton ve Gravitasyonel İzahı

Bildiğimiz üzere Isaac Newton (1642-1727), 1687'de *Philosophiae naturalis principia mathematica* isimli eserini yayınlamıştır. Newton'un hareket ve yerçekimi yasaları evrendeki tüm olayların fizik kanunları ile açıklanmasını sağlamış ve klasik mekaniğin temelini oluşturmuştur. Aynı zamanda Kepler'in Güneş merkezli evren modelini de hesaplamaları ile doğrulamıştır. Newton öncesinde tam olarak açıklanamayan gelgitler, Newton yasaları ile birlikte matematiksel olarak ve tüm gelgit çeşitlerini kapsayacak şekilde açıklanabilmiştir. Newton bu yasaları ile gelgitlerin tüm esaslarını izah etmiştir. Bunlar; gelgitlerin 12 saatlik periyotları, gelgit genliklerinin Ay'ın evreleri ile ilişkisi ve yarı-günlük gelgitlerdeki eşitsizlikler. Ayrıca Newton Güneş ve Ay'ın gelgit kuvvetlerini de ölçebilmiştir. Gelgitler üzerindeki Ay etkisinin Güneş etkisine göre 4.5 kat fazla olduğunu hesaplamıştır (gerçek değer 2.2 kat). Newton, Güneş ve Ay gelgitlerinin oranını da güncel değeri olan 2.5'e yakın bir değer olarak tahmin etmiştir ve gelgitlerin limanlarda önceden tahmin edilebilirliğinin önünü açmıştır. Gelgitlerin tam anlamıyla formülize edilmesi Newton'dan sonra gelen Laplace tarafından, yine Newton fiziğine dayandırılarak yapılmıştır (Ekman, 1993).

Newton, *Principia*'yı yazdığında çok az matematikçi ve astronom tarafından okunmuştu. Okuyanların da birçoğu onu anlamamıştı. Halley, Newton'un yasalarını kullanarak gelgitler ile ilgili izahlarda bulunmuştur. Bu izahlar Newton'un gelgit teorisini erişilebilir ve anlaşılır kılmıştır. Halley, Newton temelli modern gelgit açıklamalarını *Principia*'yı gördükten dokuz yıl sonra, *Philosophical Transactions of the Royal Society* dergisinde, Kral James'e ithafen "The True Theory of the Tides, Extracted from That Admired Treatise of Mr. Isaac Newton" isimli bir eser yayınlamıştır. Bu eserinde tüm gelgitlerin Newton Yasaları ile açıklanabileceğinin altını çizmiştir. Yüksek gelgit (spring tide) olaylarının yeniay ve dolunay evrelerinde gözükmesi, alçak

gelgit (neap tides) olaylarının ise Ay ve Güneş, Dünya'ya göre doksan derecelik açı yaparken meydana gelmesi, farklı koşullardaki bölgelerde meydana gelen gelgitlerin varyasyonları gibi birçok konu Newton yasaları ile açıklanabilmiştir. Newton yasaları, Halley'in açıklayamadığı Güney Çin Denizi'ndeki Tonkin limanındaki gözlemleri bile açıklamıştır. Halley, Newton Yasaları ile ilgili bu durumu "Doktrin mükemmelliği" olarak tanımlamıştır (Reidy, 2008).

Peki, Newton Dünya'nın Güneş çevresindeki ve Ay'ın Dünya çevresindeki yörünge hareketini açıkladıktan sonra gelgit hareketlerini açıklamayı nasıl başardı? Bu sorunun cevabı yine Newton'un Ay'ın yörünge hareketleri ile ilgili derin, detaylı gözlem ve hesaplamalarına dayanır. Newton, Ay'ın yörüngesinin, Güneş'in yerçekimsel sapmaları dolayısıyla tam bir elips olmaktan uzak olduğunu fark etmiştir. Ay'ın Güneş çevresindeki yörünge sapmaları hesaplamış ve bunların 18.6 yıllık gelgit varyasyonlarına sebep olduğunu fark etmiştir. Güneş kaynaklı bu sapmaları fark etmiş ve bunların okyanus kütlelerini de etkilemeleri gerektiğini tahmin etmiştir (Souchay vd., 2013).

## 5. Sonuç

Gelgitlerin tarihi astronomi tarihi kadar eski olmasına karşın bizim coğrafyamızda yoğun bir talep ile karşılaşmamıştır. Bunun temel nedeni bulunduğumuz coğrafyanın gelgitlerden çok fazla etkilenmeyen bir coğrafya olmasıdır. Hâlbuki İslam Tarihi'ne ya da Türk Tarihi'ne baktığımızda astronomiye olan ilgi çok üst düzey olmuştur. Bunda İslam medeniyetinin bir gerekliliği olan ve bir takvime göre yapılan namaz, oruç gibi ibadetlerin rahatlıkla icra edilebilmesi için hassas takvimlere ihtiyaç duyulması ya da Kuran'da geçen gökyüzü ayetleri etkili olmuş olabilir. Ancak gelgitlere aynı şekilde yoğun bir ihtiyaç ve ilgi olmamıştır. Buna rağmen Biruni, Zekeriya El-Kazvini, El-Makdisi vb. birçok Müslüman ve Türk bilim insanı yaptıkları keşifler ve yolculuklar sırasında gelgitlere dair gözlemler yapmıştır. Özellikle Biruni'nin bu alandaki çalışması çağının çok ötesinde ve Newton fiziği sonucu yapılan gravitasyonel gelgit çıkarımları ile neredeyse birebir olmuştur (Selin, 2008).

Gelgitler ile ilgili ilk bilimsel ve pratik çalışmalar Amsterdam, Venedik gibi su seviyesindeki değişimlerden fazlaca etkilenecek olan lokasyonlarda ve 17. yüzyıl sonlarına doğru yani Rönesans ve sonrasında diyebileceğimiz zaman diliminde gerçekleşmiştir (Kayan, 2012, s. 2). Bu durum gelgitlerle ilgili çalışmaların ancak yaygınlaşmasını niteleyebilir. Çünkü çalışmamda da bahsettiğim üzere Hindistan'ın Sabarmati Nehri'nde MÖ 2500-1500 yıllarına karşılık gelen bir gelgit limanına rastlanmıştır ki bu durum insanların gelgitleri dikkate alarak buna uygun tasarımlar geliştirmesinin sanıldığından çok daha eski olduğunun somut bir kanıtı olmuştur.

Gelgitler, tarih öncesi dönemden başlayarak Rönesans dönemine kadar insanların yaşadıkları kültür ve zaman dilimine bağlı olarak anlamlandırılmaya çalışılmıştır. Gelgitleri vitalistik yaklaşımlarla Dünya'nın aldığı nefes olarak yorumlamaktan tutun da ay üstü ve ay altı evren arasındaki bir iletişim olduğuna kadar iddialı ve asılsız açıklamalar yapılmıştır. Sadece Hint mitlerinde gelgitlerin sebebi olarak onlarca tanrıyı ve yarattığı görmekteyiz. Hatta Biruni gelgitler ile ilgili Hint mitlerinden Tahkîku mâ li'l-Hind isimli eserinde sayfalarca bahseder. Ancak Ay'a olan ilgi ve Ay'ın evrelerinin rahatlıkla gözlenmesi, gelgitlerin Ay ile olan ilişkisini çok eski zamanlardan bu yana bilinir kılmaktaydı. Gelgit teorileri astronomi tarihi boyunca sosyal çevre

ve inançlardan çok etkilenmiş ve farklı coğrafyalarda, farklı kültürlerde buna göre şekillenmiştir. Daha yakın zamana gelecek olursak Galileo bile gelgitleri kendi teorisini ispatlamak amacıyla Dünya'nın hareketine yormuş ve o şekilde izah etmeye çalışmıştır.

Özetle ülkemize yabancı olan bu doğa olayının sebepleri, sonuçları, çeşitleri çok fazla irdelenmemiştir. Bunun doğal bir sonucu olarak, gelgitlerin tarihçesi de aynı şekilde çok fazla merak edilen bir konu olmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma, tarih öncesi dönemlerden Newton'un Principia'sına ve erken Royal Society dönemine kadar farklı coğrafyalardaki, farklı kültürlere ve inanışlara sahip insanların gelgit yorumlarının, gelgit teorilerinin ve gelgitleri tarih boyunca algılayış biçimlerinin Türkçe bir derlemesi olma mahiyetindedir.

**Kaynaklar:**

Panikkar, N. K. (2015). Al-Biruni and The Theory of Tides. *Proceedings of Indian National Science Academy*, 10, 236.

Bîrûnî, M. İbn A. (2015). *Tahkîku mâ li'l-Hind: Bîrûnî'nin Gôzüyle Hindistan*. Ankara : Türk Tarih Kurumu, ss. 355-358.

Bonelli, F., & Russo, L. (1996). The origin of modern astronomical theories of tides: Chrisogono, de Dominis and Their Sources. *The British Journal for the History of Science*, 29(4), 387-388.

Cartwright, D. E. (2001). On The Origins Of Knowledge Of The Sea Tides From Antiquity To The Thirteenth Century. *Earth Sciences History*, 20(2), 105-126.

Case, J. (2000). Understanding Tides—From Ancient Beliefs to Present-day Solutions to the Laplace Equations. *SIAM News*, 33(2), p. 1.

*Coğrafya Sözlüğü—Kaynakça—Türk Coğrafya Kurumu*. (2020).  
<http://www.tck.org.tr/kaynak/tr/cografya-sozlugu/cografya-sozlugu>

Darwin, G. H. (2009). *Scientific Papers of Sir George Darwin. Volume 1*. Cambridge University Press, p. vii

Ekman, M. (1993). A Concise History of the Theories of Tides, Precession-Nutation and Polar Motion (From Antiquity to 1950). *Surv Geophys Surveys in Geophysics : An International Review Journal Covering the Entire Field of Geosciences and Related Areas*, 14(6), 585-617.

Ikehara, M. (2013). *Tides, King Tides, and Tidal Datums Plus Some NOS Resources*.

Kayan, İ. (2012). *Kuvaterner'de Deniz Seviyesi Değişmeleri*.

*Kazvînî, Zekeriyâ b. Muhammed—TDV İslâm Ansiklopedisi*. (t.y.). Geliş tarihi 07 Nisan 2020, gönderen <http://www.islamansiklopedisi.org.tr/kazvini-zekeriyya-b-muhammed>

*Meteoroloji Sözlüğü—Meteoroloji Genel Müdürlüğü*. (2020, Nisan 7).  
<https://www.mgm.gov.tr/genel/meteorolojisozlugu.aspx?m=G&k=aa14>

Pitt, J. C. (1988). Galileo, Rationality and Explanation. *Philosophy of Science*, 55(1), p. 87.

Reidy, M. S. (2008). *Tides of History: Ocean Science and Her Majesty's Navy*. University of Chicago Press, pp. 9-33.

Selin, H. (2008). *Encyclopaedia of The History of Science, Technology, And Medicine In Non-Western Cultures*. Springer, p. 97, p. 986.

Shea, W. R. J. (1970). Galileo's Claim to Fame: The Proof That the Earth Moves from the Evidence of the Tides. *The British Journal for the History of Science*, 5(2), 115.

Souchay, J., Mathis, S., & Tokieda, T. (2013). *Tides in Astronomy and Astrophysics*. Springer-Verlag, 34-44.

Soysal, U. (2016). *Gelgit ve Gelgit Akıntularında Yelken*, 3-6