

# FİZİKİ COĞRAFYADA YENİ TRENDLER & GÜNCEL AKADEMİK ARAŞTIRMALAR

EDİTÖR:  
EROL KAPLUHAN



**BİDGE Yayınları**

**Fiziki Coğrafyada Yeni Trendler & Güncel Akademik  
Araştırmalar**

**Editör: EROL KAPLUHAN**

**ISBN: 978-625-8821-43-7**

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2026-06-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

[www.bidgeyayinlari.com.tr](http://www.bidgeyayinlari.com.tr) - [bidgeyayinlari@gmail.com](mailto:bidgeyayinlari@gmail.com)

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya /  
Ankara



## ÖNSÖZ

Coğrafya artık yalnızca insan ve doğa arasındaki etkileşimi inceleyen bir disiplin değil, aynı zamanda bu ilişkinin sürekliliğini ve dengesini sağlamayı amaçlayan bir eylem bilimidir. Coğrafya bilimi, konulara bakış açıları itibarıyla sosyal bilimlerin kesişim noktasında yer almaktadır ancak tıpkı diğer disiplinler gibi coğrafi olaylara bakış açısı zamana ve sahaya göre değişiklik göstermektedir.

Coğrafyada geleneksel iki inceleme alanı olan fiziki ve beşerî coğrafya konusal ya da sistematik yaklaşım ile tek tek konuların çeşitli kısımları üzerinde odaklanmak şeklindedir. Yeryüzünün fiziksel olarak çeşitli kısımları fiziki coğrafyanın konusu; insanı, özelliklerini ve faaliyetlerini inceleyen kısım ise beşerî coğrafyanın konusunu oluşturmaktadır.

İnsan ile yaşadığı ortam arasındaki ilişkilerin boyutu ve insanın mevcut ekosistemi nasıl kullanacağı, o yerin coğrafi özelliklerinin bilinmesiyle çok yakından ilgilidir. Fiziki coğrafyanın temel hedeflerinden biri, yeryüzündeki alanları insanın yaşadığı fiziksel çevre açısından tanımlamak ve insan doğal ortam arasındaki karşılıklı ilişkiyi incelemektir.

**FİZİKİ COĞRAFYA ALANINDA YENİ TRENDLER & GÜNCEL AKADEMİK ÇALIŞMALAR** adını taşıyan bu eserde, fiziki coğrafya alanında konusunda uzman akademisyenler tarafından hazırlanmış farklı konulardaki güncel akademik çalışmalar yer almaktadır.

Eserin ortaya çıkmasına katkı sağlayan ve emek veren çok değerli yazarlarımıza ve BİDGE Yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım. Bilimsel bilginin ışığında hazırlanan bu eserin, yeni araştırmalara ilham kaynağı olması, uygulamada rehberlik etmesi, alana ve okuyucularına katkı sağlaması dileğiyle.

**EDİTÖR**

**Prof. Dr. Erol KAPLUHAN**

**Haziran 2026**

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                                    |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİNDE<br>ÇOKLU VERİ KAYNAKLARI: JEOMORFOLOJİK,<br>LİTOLOJİK VE BİYOLOJİK YAKLAŞIMLAR ..... | 1 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

*AZİZ ÖREN*

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 6 ŞUBAT DEPREMLERİNDE HATAY ..... | 37 |
|-----------------------------------|----|

*HAKAN UYGUÇGİL, GÖKBEN ADANA KARAAĞAÇ*

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| GAZİANTEP ŞEHRİNDE BİYOKLİMATİK KONFOR<br>KOŞULLARININ TURİZM FAALİYETLERİ AÇISINDAN<br>DEĞERLENDİRİLMESİ ..... | 70 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

*RAMAZAN FIRATOĞLU, FARUK BİNGÖL, AHMET SERDAR AYTAÇ*

|                                                                                                    |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ORD. PROF. ALİ TANOĞLU’NUN “TÜRKİYE’DE<br>KURAKLIK İNDİSLERİ” ÇALIŞMASINA GENEL BİR<br>BAKIŞ ..... | 100 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

*EROL KAPLUHAN*

# BÖLÜM 1

## DENİZ SEVİYESİ DEĞİŞİMLERİNİN BELİRLENMESİNDE ÇOKLU VERİ KAYNAKLARI: JEOMORFOLOJİK, LİTOLOJİK VE BİYOLOJİK YAKLAŞIMLAR

**AZİZ ÖREN<sup>1</sup>**

### Giriş

Kuvaterner boyunca Dünya'nın çok az bölgesinde kıyı istikrarı yaşanmış ve orta enlemlerde büyük buzul tabakalarının kenarlarında yer alan bölgelerde, kara ve deniz seviyelerindeki değişimlerin arazi üzerindeki etkileri özellikle belirgin olmuştur. Denizin karaya göre seviyesi, denizin veya kara yüzeyinin ya da her ikisinin birden dikey olarak hareket etmesi ile değişebilir. Kara ve deniz seviyelerindeki değişim iki ana unsurun etkileşimini yansıtmaktadır ve bunlar deniz seviyesindeki küresel (östatik) değişiklikler ve karanın dikey olarak yer değiştirmesine neden olan yerel izostatik değişikliklerdir. Okyanus havzalarındaki su hacmindeki dalgalanmalardan kaynaklanan dünya çapındaki deniz seviyesi değişiklikleri östatik olarak adlandırılır (Rovere vd., 2016).

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Isparta/Türkiye, ORCID: 0000-0002-9256-7164, azizoren@sdu.edu.tr

Bir zamanlar herhangi bir östatik değişimin boyutunun dünya çapında aynı olacağı varsayılıyordu, ancak artık genel olarak yerel yerçekimi etkilerinin farklı kıyı bölgelerindeki deniz seviyesinin yükselme veya alçalma oranlarını ve büyüklüklerini etkileyebileceği kabul edilmektedir (Milne & Mitrovica, 2008).

Karanın dikey olarak yer değiştirmesine neden olan etken izostatik hareket olarak bilinir, izostasi terimi yerkabuğunda var olan denge durumunu ifade eder, böylece bir yerdeki çöküntü başka bir yerdeki kabuktaki yükselme ile telafi edilir (Fairbridge, 1983). Birbirini izleyen buzul-buzularası döngülerinde, her iki bileşen üzerindeki baskın kontrol mekanizması, kıtasal buzul tabakalarının genişlemesi ve daralması olmuştur. Bu nedenle, okyanus havzalarından tekrarlanan su çekimi ve ardından okyanus havzalarına geri dönüşten kaynaklanan küresel deniz seviyesi değişiklikleri glasyo-östatik değişiklikler olarak ve benzer şekilde buzul buzunun yüklenmesinden kaynaklanan kabuk deformasyonu glasyo-izostasi olarak adlandırılır (Spada, 2017). Buzul tabakaları eridikçe okyanus havzalarına salınan suyun ağırlığı da hidro-izostazi olarak adlandırılan bir süreçle kabuğun aşağı doğru eğilmesine yol açar. Bu ve diğer faktörlerin karşılıklı etkileşimiyle meydana gelen deniz seviyesindeki değişiklikler göreceli deniz seviyesi değişiklikleri olarak bilinir (Rovere vd., 2016). Göreceli deniz seviyesi değişikliklerini anlamak, Kuvaterner boyunca Dünya çevre sistemlerindeki kritik etkileşimleri açıklamaya yardımcı olur. Göreceli deniz seviyesi değişiklikleri, iklim değişikliğine bağlı olarak büyük buzul tabakalarının genişlemesi ve daralması sırasında okyanuslar ve kıtalar arasındaki kütle transferlerini kaydetmenin yanı sıra günlük gelgitleri de kaydederler.

Kuvaterner boyunca deniz seviyesindeki dalgalanmaların belirlenmesi için dünyanın birçok yerinde bol miktarda jeomorfolojik kanıt bulunmaktadır (Murray-Wallace & Woodroffe, 2014). Bu kanıtlar arasında, mağaralar, çentikler, kumsallar ve

resifler gibi eski kıyı şekilleri yer almaktadır. Bu tür özelliklerin haritalanması ve yükseklik ölçümleri, eski kıyı şeritlerinin konumlarının belirlenmesini ve deniz seviyesindeki değişimlerin dikey aralığının tespit edilmesini sağlar. Ancak çoğu zaman, deniz seviyesindeki değişimin tam bir resmi ancak hem jeomorfolojik hem de litostratigrafik veriler kullanılarak elde edilebilir. Deniz çökelleri, hem deniz seviyesi değişiminin sürekli bir kaydını oluşturur, hem de paleo deniz seviyelerinin belirlenmesi için ek bir bilgi kaynağı sağlayan fosiller içerir. Buna ek olarak, sedimantolojik ve biyolojik kanıtlar deniz seviyesindeki değişikliklerin tarihlendirilmesi ve ilişkilendirilmesi için bir temel oluştururken, jeomorfolojik özelliklerin (çentikler, plajlar, vb.) kesin olarak tarihlendirilmesi genellikle daha zordur. Bu nedenle, yeryüzü şekli kanıtları ile sondajla elde edilen tortul ve fosil kayıtları birleştirilerek, belirli bir bölgenin paleo deniz seviyeleri oldukça ayrıntılı bir şekilde belirlenebilir.

Deniz seviyesi değişimleri Kuvaterner döneminde gerçekleşen temel olaylardan biri olması nedeniyle bu konudaki araştırmalar Kuvaterner çalışmaları için büyük önem taşımaktadır. Geleceğe dair planlamalar açısından ise özellikle deniz seviyesinin yükselmesi ve değişkenliğini anlamak, gelecekteki olası deniz seviyesinin yükselmesinin yoğun nüfuslu kıyı şeritleri üzerinde yapacağı etkiler dolayısıyla toplumsal konular açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada Kuvaterner’de meydana gelen deniz seviyesi değişimlerinin belirlenebilmesinde kullanılan verilerin özellikleri ve bu verilerin kullanım yöntemleri sistemli şekilde irdelenerek açıklanmakta ve bu sayede gelecek araştırma ve planlamalara ışık tutulması amaçlanmaktadır.

## **Deniz seviyesi değişimlerinin belirlenmesinde kullanılan kanıtlar**

Göreceli Deniz Seviyesi (GDS) değişimi, östatik ve izostatik değişikliklerin sonucudur. Kuvaterner boyunca, hem östatik hem de izostatik değişiklikler, yüksek enlemlerdeki büyük kıta buzul tabakalarının büyümesi ve küçölmesiyle birlikte gerçekteşmiştir. GDS değişiklikleri, dağılımları deniz seviyesiyle tutarlı bir şekilde ilişkili olan fiziksel özellikler ve biyolojik organizmalar kullanılarak belirlenir (Lambeck vd., 2010). GDS değişikliği ile ilgili bilgiler, jeomorfolojik kanıtlardan veya sedimanter ortamlardan ve bunlarla ilişkili flora ve faunadan elde edilebilir. Bu çeşitli kaynaklardan elde edilen deniz seviyesi verileri, dünyanın çeşitli yerlerinden GDS kayıtları oluşturulmasını sağlamıştır.

### **Jeomorfolojik Kanıtlar**

Herhangi bir zamanda, deniz ve kıyı süreçleri, özellikle kayalık kıyılarda, güncel deniz seviyesi konumuyla ilişkili birçok jeomorfolojik iz oluşturur. (Kelsey, 2015). Göreceli deniz seviyesinin yükselmesinden sonra, su altında kalan izler genellikle tortularla kaplandığında aşınır veya fosilleşir. Göreceli deniz seviyesinin düşmesi durumunda, deniz izleri orta kıyı bölgesinde dalga etkisinin erişim alanında kalırlarsa hızla aşınırlar. Hiçbir zaman su altında kalmayan ancak su sıçraması ile ıslak kalabilen üst kıyı bölgesinde ise erozyon, likenler veya siyanobakteriler tarafından oluşturulan mikro deliklerle sınırlıdır. Daha yüksek rakımlarda, deniz etkisi yok denecek kadar azdır ve jeomorfolojik izler yalnızca yavaş ayırışma ve diyajenez süreçlerinin etkisine maruz kalır (Pirazzoli, 2005). Mevcut deniz seviyesi ile ilgili deniz özelliklerinin iyi bilinmesi, eski deniz seviyeleri ile ilgili izlerin tanımlanması ve yorumlanması için gereklidir.

## Deniz entiği

Deniz entiği, kıyı kayalarında deniz erozyonuyla oluşan birkaç santimetreden birkaç metre derinliğe kadar değişebilen bir girinti veya oyuktur (Pirazzoli & Evelpidou, 2013). Çentikler en kesin deniz seviyesi göstergelerinden biridir. Orta derecede gelgit aralığına sahip korunaklı bir sahada, en yaygın profiller, çentiğin en girintili noktası ortalama deniz seviyesine, tabanı en düşük gelgit seviyesine ve tepesi en yüksek gelgit seviyesine yakın olan V veya U şeklindeki formlardır (Furlani vd., 2024). Deniz seviyesi değişmezse, çentik derinleşir ve çatı kene kadar çentiğin altını oyar. Dalgalar tarafından düşen malzemenin uzaklaştırılmasından sonra, eski çentiğin tabanı küçük bir bank gibi görünürken, çentiğin içinde yeni bir çentik oluşmaya başlar. Deniz entikleri, dalga aşınması, biyolojik süreçler ve kimyasal süreçler sonucunda kayalık kıyılarda oluşur. İlk alışmalar bu bölgesel erozyonu çözünme olaylarına bağlasa da, günümüzde gelgit entiklerinin gelişiminin esas olarak biyolojik erozyonla ilişkili olduğu kabul edilmektedir ve hızlı gelgit entiklerinin gelişim gösterdiği bölgeler, başlıca aşındırıcı organizmaların bulunduğu bölgelerle yakından ilişkilidir (Antonioli vd., 2015). Otul organizmaların maksimum yoğunluğu, gelgitin en düşük seviyesinde veya deniz seviyesine yakın bir aralıktadır. Bunlar ve midye çizgileri ile mercanlar da dâhil olmak üzere çeşitli biyojenik göstergeler, eski deniz seviyesinin santimetre ölçeğinde doğrulukla tahmin edilmesini mümkün kılmaktadır (Laborel vd., 1999).

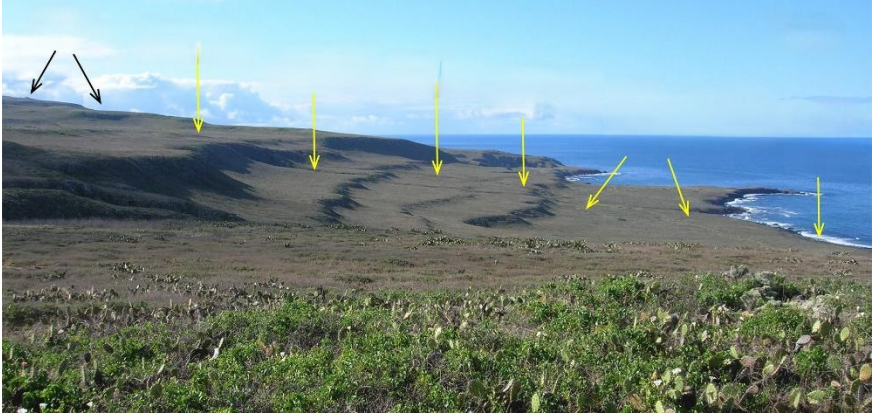
## Biyerozyon Delikleri

Delik açan organizmalar genellikle deniz seviyesi göstergesi olarak kullanılabilen morfolojik izler bırakır. Genellikle sığ su bölgesinde herhangi bir derinlikte yaşayabildikleri için, bıraktıkları izlere eşit bir seviyeyi veya daha yüksek bir deniz seviyesini gösterirler. Bununla birlikte, deliklerin st sınırı açıkça tanımlanmış yatay bir çizgi oluşturduğunda, bu biyolojik bir ortalama paleodeniz

seviyesine karşılık gelir (Laborel & Laborel-Deguen, 1994) ve delik açan hayvanların kabukları deliklerin içinde korunmuşsa, radyokarbon analizi ile tarihlendirilebilir. Böylece hem paleodeniz seviyesi hem de tarihi belirlenebilir.

### Deniz Taraçaları

Buzul-izostatik etkisiyle yükselen bölgelerde, geri çekilen buzul tabakalarının kenarına yakın yerlerde bulunan küçük buzul-deniz deltaları, geliştikleri zamandaki deniz seviyesi konumuyla ilişkili düz yüzeyler halinde korunabilir (Andrews, 1986). Yükselen deniz seviyesi yükselen karayı geçtiğinde gelişen her bir basamakla sürekli bir kayıt cihazı gibi hareket eden yükselmiş taraçalar, Kuvaterner ortamsal değişim çalışmaları için yararlı olabilir. Çünkü her bir taraça günümüz platformunun veya resif düzlüğünün fosil bir karşılığıdır (Şekil 1). Her büyük deniz taraçası farklı bir buzularası döneme veya aşamaya karşılık gelebilir. Bu durumda, yaşlar yükseldikçe artar. Bir Pleyistosen taraçasının yaşı genellikle buradan toplanan deniz organizmalarının radyometrik tarihlendirilmesinden elde edilir. U-Serisi ve elektron spin rezonans (ESR) Pleyistosen deniz taraçaları için, radyokarbon ise Postglasiyal ve Holosen taraçaları için en sık kullanılan tarihlendirme yöntemleridir (Gouveia vd., 2025). Jeomorfolojik açıdan bakıldığında, bir taraçanın en iyi deniz seviyesi göstergesi, özellikle bir çentikle işaretlenmişse, taraçanın üst kısmı ile bitişik çentik tabanı arasındaki sınırdır, çünkü bu sınır ilgili östatik transgresyonun maksimum seviyesi ile ilişkilendirilebilir.



*Şekil 1. Deniz taraçaları (Muhs, 2022)*

#### Alg halkaları, Mikroatoller ve Trottoirler

Alg halkaları, resif düzlüklerinin dış kenarında veya düzenli dalga hareketine maruz kalan kıyılardaki kayalık alanlarda gelişen resif benzeri yapılardır (Laborel, 2005). Resif düzlüklerinde, alg halkaları genellikle morfolojik olarak kolayca tanınabilen, biraz daha yüksek bir sırt oluşturur. Bunlar çok hassas (0,1 m'ye kadar) deniz seviyesi göstergeleridir ve radyokarbon yöntemiyle tarihlendirilmesi kolaydır. Güncel deniz seviyesi üzerindeki fosil formları, alg halkası evrimiyle ilişkili olarak deniz seviyesi değişimlerinin ayrıntılı çalışmalarını mümkün kılar.

Mikroatoller, mercan, alg, vermetid ve diğer organizmaların kıyıdaki veya mercan resifindeki sığ bir çukuru çevreleyerek oluşturduğu hafif yükselmiş bir kenardan oluşan dairesel organik resif yapılarıdır (Majewski vd., 2022). Mikroatoller, üst yüzeylerinde su seviyesiyle sınırlıdır. Fosil mikroatoller, sabit biyolojik deniz seviyesi göstergeleridir ve büyümeyi sınırlayan seviyenin yararlı göstergeleridir (Scoffin & Stoddart, 1978). Büyük örnekler genellikle birkaç metre çapa ulaşabilir ve onlarca ila yüzlerce yıllık büyüme kayıtlarını içerirler. Mercan mikroatoller, yüksek bir konumda bulunduklarında, eski düşük gelgit seviyesinin

mükemmel göstergelerini oluşturur. Fosil mikroatoller, resiflerin tepesindeki Holosen deniz seviyesi değişimlerini belirlemek için yaygın olarak kullanılmıştır. Örneğin, mikroatoller, Güney Cook Adaları'nda Holosen döneminin sonlarında meydana gelen deniz seviyesi değişikliklerini belirlemek için incelenmiştir (Goodwin & Harvey, 2008). Elde edilen verilere göre deniz seviyesi, güncel deniz seviyesi yükselişi bu eğilimi tersine çevirene kadar, son bin yılın büyük bir bölümünde yılda 0,4-0,8 mm düşmüştür.

Trottoir, kayalık bir alt tabakayı kaplayan ve deniz seviyesinde kayalık kıyı ile deniz arasında bir ila birkaç metre genişliğinde, yatay şekilde uzanan, birkaç santimetre kalınlığında kaldırıma benzeyen basit bir kalkerli alg kabuğudur (Evelpidou, 2018). Radyokarbon ile tarihlendirilmesi kolay, çok hassas (0,1 m'ye kadar) bir deniz seviyesi göstergesidir. Trottoirler Akdeniz ve tropik bölgelerde nispeten sık görülür. Bunlar, özellikle mikro gelgit alanlarında, mükemmel deniz seviyesi göstergeleridir ve Holosen döneminde, özellikle sismik alanlarda, göreceli deniz seviyesi değişikliklerini veya yükselme hareketlerini belirlemek ve tarihlemek için yaygın olarak kullanılmıştır (Faivre, 2007).

### Mercan Resifleri

Tek tek mercan kolonileri yüzlerce yıl boyunca büyümeye devam edebilir ve öldükten sonra foraminifer, mollusk ve mercan algleri gibi diğer kireçli organizmalarla birlikte resif yapısına dâhil olabilirler. Mercan dokusu yorumlanabilir ve mercanların büyüdüğü dönemde deniz yüzeyinin konumu bazen türlere veya büyüme formuna göre belirlenebilir. Büyük mercan kolonileri, büyümeleri sırasında maruz kaldıkları ortam su kimyasını yansıtan çeşitli jeokimyasal kayıtlar içerir. Günümüzde yaşayan mercanlardan elde edilen bu tür veriler, aletsel ve tarihsel kayıtlarla ilişkilendirilerek fosil mercanlara uyarlanmıştır. Öte yandan, fosil mercanlar, Kuvaterner döneminde önceki zamanlardaki su kimyası koşullarının bir arşivi niteliğindedir. Özellikle gelgit bölgesi içinde kısıtlanmış

olan mercanlar, eski deniz seviyelerine dair (Şekil 2) en net kanıtı sağlar (Camoin & Webster, 2015). Batı Hint Adaları'ndaki resiflerde, bir tür boynuz mercanı olan *Acropora palmata*, resif tepesinde hâkimdir ve resif cephesinin üst 5 metrelik kısmında en verimli şekilde büyür. Sığ suyun bir göstergesi olarak kabul edildiği için deniz seviyelerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Toscano & Macintyre, 2003). Mercanlar genellikle gösterge niteliğinde bir işaretçidir ve *A. palmata* örneğinde olduğu gibi, deniz yüzeyinin mercanların üzerinde yaklaşık 5 metreye kadar yükseldiğini gösterir. Hint-Pasifik bölgesinde ise, su derinliğinin 10 metreden az olduğunu gösteren birkaç mercan türü vardır ve bunlar arasında *A. robusta*, *A. humilis* ve *Pocillopora verrucosa* (Montaggioni & Braithwaite, 2009) bulunur. Bunun yanı sıra kabuklu vermetid gastropodlar, istiridyeler, midyeler, tüp solucanları ve resif birikintilerindeki çimento türlerinin varlığı sığ su göstergeleri olarak kullanılmıştır.

Papua Yeni Gine'deki Huon Yarımadası'nda farklı yükselme oranlarına sahip birkaç bölgeden elde edilen tarihleme verilerine dayanarak, deniz seviyesinin geçmişteki konumları belirlenmiş ve bu kayıtlar derin deniz karotlarından elde edilen oksijen izotop verileri ile ilişkilendirilmiştir (Chappell & Shackleton, 1986). Pleyistosen mercan resif kireçtaşlarından elde edilen radyometrik tarihleme yöntemiyle belirlenen deniz seviyesinin yüksek olduğu dönemlerin kaydı, dünyanın yörüngesinin eksantrikliği, eğikliği ve presesyonundaki değişikliklerin üst üste binmesiyle, buzul tabakasının büyümesi ve okyanus hacmindeki değişikliklerin zamanlamasının kontrolüne kronolojik veri sağlamaktadır (Thompson & Goldstein, 2005).



**Şekil 2.** *Paleokıyı izleri; üst kesimdekiler paleoresif kalıntıları, alt kesimdekiler güncel çentik (siyah ok) ve paleoçentikler (beyaz oklar) (Pastier vd., 2019)*

### Speleotemler

Radyometrik olarak tarihlendirilmiş mağara birikintilerinin (speleotem) kullanımı, Kuvaterner döneminin sonlarındaki deniz seviyesi dalgalanmalarını anlamamıza yardımcı olur. Bu verilerin çoğu, şu anda deniz suyu altında bulunan mağaralardan elde edilir ve mağaranın deniz seviyesinin üzerinde, deniz seviyesiyle aynı seviyede veya deniz altında olduğu dönemlere ilişkin doğrudan kanıtlar sağlayabilir. Özellikle, speleotem büyümesi, freatik aşırı büyümeler veya biyojenik kabuklanmaların zamanlaması, mağaranın sırasıyla yerel deniz seviyesinin üzerinde, seviyesinde veya altında olduğu dönemleri tahmin etmek için kullanılmıştır. Şu anda su altında kalan mağaralar ve bazı su yüzeyine çıkmış mağaralar, mağara oluşumları (sarkıtlar, dikitler) içerebilir; bunlardan bazılarında deniz suyunun mağaraya girmesi sırasında oluşan kesintiler veya boşluklar görülebilir. Bu tür örnekler, göreceli

deniz seviyesi hakkında nadir ve bilgilendirici işaretler sağlar. Mağara kalsitinin yaşını belirlemek için hassas ve doğru U-serisi tarihleme teknikleri kullanılarak, mağaranın deniz yüzeyinin üzerinde konumlandığı zaman dilimi belirlenebilir (Li vd., 1989). Tüm mağara oluşumlarının deniz seviyesinin üzerinde bir yükseklikte oluşması gerekliliği nedeniyle, büyüme kesintileri olan örnekler, denizaltı koşullarını işaretleyen boşluğun her iki tarafındaki mağara karbonatını tarihleyerek deniz seviyesi salınımlarının zamanlamasını belirlemek için kullanılabilir. Bu kesintiler bazen çözünme özellikleri, demir açısından zengin topaklanmalar veya tortu tabakaları ve halit ile jips gibi deniz suyu buharlaşmalarıyla kaydedilir (Antonioli vd., 2004). Nadir durumlarda, serpulid kalsit (solucan tüpleri) gibi biyojenik kabuklar, deniz altında kalma sırasında mağara oluşumlarını çevreler ve mağara oluşumunun kesintisi içinde korunabilir (Dutton vd., 2009). Bahamalar ve Akdeniz'den deniz seviyesi yükselmeleri nedeniyle kesintiler içerenler de dahil olmak üzere çeşitli örnekler bu şekilde incelenmiş ve son iki buzul-buzularası döngüdeki deniz seviyesi dalgalanmaları hakkında önemli veriler sağlanmıştır (Lundberg & Ford, 1994; Antonioli vd., 2004).

Son buzul-buzularası döngülerde, deniz seviyesinin konumu ve zamanlamasına ilişkin doğrudan gözlemsel kanıtlar, büyük ölçüde deniz yüzeyi ile tanımlanabilir bir ilişkisi olan tortul malzemelerin radyometrik tarihlerine dayanmaktadır. Deniz yüzeyine yakın büyüyen fosil mercanların U serisi tarihlemesi, geçmişteki deniz seviyesi değişikliklerinin zamanlamasını ve yapısını tanımlamada önemli bir rol oynamıştır (Dumitru vd., 2024). Özellikle su altında bulunan mağaralar da, deniz seviyesinin en düşük olduğu dönemlerin zamanlaması ve buzul dönemlerinde deniz seviyesindeki değişikliklerin zamanlaması hakkında nadir bilgiler sunma potansiyeline sahiptir. Su altında kalan mağara oluşumlarında bulunan deniz seviyesine ilişkin kayıtlar, mercanlardaki kayıtları iki

önemli yönden tamamlayıcı niteliktedir. Birincisi, gözenekli aragonit mercan iskeletleri zamanla değişime uğramaya yatkındır; bu nedenle, bu kayıtların kullanışlılığı son tam buzul döngüsünden önce hızla azalır. Oysa yoğun mağara kalsiti değişime çok daha dirençlidir ve U serisi tarihleme ile erişilebilen tam zaman aralığına daha kolay uygulanabilir (Richards & Dorale, 2003). İkincisi, mercanlar deniz yüzeyinde veya yakınında büyürler ve bu nedenle deniz seviyesinin konumuna ilişkin minimum bir tahmin sağlarlar. Buna karşılık, mağara oluşumları deniz seviyesinin üzerindeki mağaralarda gelişirler ve bu nedenle deniz yüzeyinin yüksekliğine bir üst sınır sağlarlar, bu da mercan verileriyle birleştirildiğinde deniz seviyesinin konumunu belirlemeye yardımcı olur.

Bazı ortamlarda, deniz yüzeyinde oluşan freatik aşırı büyümelerden yararlanarak deniz seviyesinin zamanını ve konumunu belirlemek de mümkündür. Büyümeler gelgit aralığında meydana gelir ve ortalama deniz seviyesi konumunda en fazla kalınlığa ulaşır (Gines vd., 2003). Deniz seviyesinin mağaranın yüksekliğinden geçtiği zamanın minimum veya maksimum tahminini temsil eden bir yaş aralığı sağlamak yerine, freatik aşırı büyümenin yaşı, deniz seviyesinin o konumda olduğu kesin zamanı temsil eder. Her durumda, bu yaş kısıtlamaları, mevcut modelleri ve zaman içindeki deniz seviyesinin belirlenmesini test etmek için önemli kriterler sağlar.

### Yalıtaşları

Yalıtaşı, tropikal ve ılıman iklim plajlarının kıyı şeridinde oluşan karbonat çimentolu bir kumtaşıdır. Nispeten hızlı bir şekilde (birkaç yüz yıl içinde) oluşabilir ve bu nedenle deniz seviyesi konumunun iyi bir potansiyel göstergesidir (Tari, 2026). Bunlar Güney Afrika, Karayipler ve Avustralya çevresindeki yüksek enerjili plajlarda yaygın olarak bulunur. Gelgit bölgesindeki konumu, özellikle gelgit aralığı küçükse, yalıtaşını eski deniz seviyesinin potansiyel olarak iyi bir göstergesi haline getirir. Yalıtaşının hızlı

oluşumu, yükselen deniz seviyesi altında aşınabilecek veya göç edebilecek kıyı şeridi fasiyeslerinin taşlaşmış olması ve dolayısıyla korunabilmesi açısından deniz seviyesi çalışmaları için önemli bir avantaja sahiptir.

### Litolojik Kanıtlar

Eski deniz seviyesi eğilimlerine ilişkin bol miktarda tortul kayıt bulunmaktadır. Bu kayıtlar özellikle göreceli deniz seviyesi hareketinin yönünü gösterir. Deniz seviyesi yükseldiğinde veya kıyı erozyonu sonucunda kıyı şeridinin karaya doğru göç etmesi durumunda geniş alanlarda transgresif durumlar ortaya çıkar. Deniz seviyesinin bölgesel olarak düşmesi veya yerel sediman bolluğu nedeniyle kıyının denize doğru göçüne neden olduğu durumlarda regresif durumlar ortaya çıkabilir. İkinci senaryodaki gibi sediman bolluğu varsa, deniz seviyesinin yükseldiği koşullarda bile kıyı şeridi sediman biriktirmeye devam edebilir ve deniz yönünde genişleyebilir. Transgresif stratigrafik kesitlerin temel özelliği, sığ su fasiyesinin üzerinde daha derin su fasiyesinin birikmesidir, oysa regresif stratigrafilerde durum tam tersidir (Muto & Steel, 1997).

Holosen boyunca östatik deniz seviyesi yükselmesi en açık şekilde haliç çökellerinde ve kıyı göllerinden gelen stratigrafik kayıtlarda görülmektedir. Haliçlerdeki tortulaşma genellikle hızlıdır ve tortular erozyonel süreçlerden korunurlar. Haliçlerde genellikle nispeten sığ sular bulunur, bu nedenle deniz seviyesindeki küçük düşüşler bile deniz ve acı su tortularının açığa çıkmasına neden olabilirken, hafif bir yükselme karasal veya tatlı su tortularının su altında kalmasına neden olabilir (Shennan vd., 2006). Sonuç olarak, haliç ortamlarında genellikle deniz seviyesi değişiminin ayrıntılı bir geçmişinin belirlenebileceği deniz, haliç, tatlı su ve karasal tortuların istiflenmiş bir serisi bulunur.

Kıtasal sahanlıkta güncel tortulardan daha aşağıda olan tortulara ilişkin bazı çalışmalar, farklı ortama ait olan ayrı tortul

birimlerin varlığını göstermiştir. Bunlar arasında su altında kalmış deltalar, kumullar, setler ve deniz seviyesinin alçak olduğu dönemlerle ilişkili kumsallar bulunmaktadır (Stea vd., 1994). Son buzul döngüsü sırasında herhangi bir zamandaki en düşük deniz seviyeleri GÖ ~30 ila ~19 by arasında, kara buzulu hacimleri günümüzden  $\sim 55 \times 106 \text{ km}^3$  daha büyükken meydana gelmiştir (Lambeck vd., 2002). Bu dönemde okyanus havzalarından belirli miktarda su çekilmiş ve kıtasal buzul tabakalarında ve buzullarda depolanarak küresel deniz seviyesini yaklaşık 135 m düşürmüştür. Bu glasyo-östatik alçalmaya, buzul yüklemesi yoluyla Fennoscandia, kuzey Britanya ve Kanada'nın izostatik çöküşü eşlik etmiştir. Buzul kaybı GÖ 19 by civarında başlamış, ardından deniz seviyeleri hızla yükselmiş, bu buzul kütlelerinin incilmesi ve nihayetinde ortadan kalkması ilerleyen glasyo-izostatik yükselme ile sonuçlanmıştır (Mix vd., 2001). İzostatik yükselme östatik deniz seviyesi yükselmesini geride bıraktığından, eriyen buzul tabakalarının kenarlarında oluşan kıyı şeritleri deniz seviyesinden giderek yükselmiş, hem çökme özelliklerini (kumsallar) hem de erozyonel formları (platformlar) içeren bu yükselmiş kıyı şeritleri izostatik çöküntü merkezinden giderek uzaklaşmıştır. Yükselmiş kıyı şeritlerinin ve ilgili özelliklerin analizi, deglasyasyondan bu yana izostatik yükselmenin boyutuna dair kanıtlar sunmaktadır (Peltier, 1999). Farklı bölgelerde aynı yaşta belirgin kıyı çizgileri veya çökellerin bulunduğu yerlerde, bu kıyı çizgileri boyunca eşit yükseklikteki noktalar birleştirilerek izobazlar (eşit yükselmeyi gösteren çizgiler) oluşturulabilir. İzobaz haritaları daha sonra buzul buzunun ağırlığıyla kara yüzeyinde meydana gelen deformasyonun üç boyutlu bir görüntüsünü sunar ve belirli kıyı şeritlerinin oluşmasından bu yana meydana gelen yükselme miktarını tahmin etmek için temel bir veri sağlar. Örneğin İskandinavya'da izobaz haritaları Baltık bölgesinde Holosen boyunca 700 m'den fazla yükselme gerçekleştiğini göstermektedir. Britanya'da, kıyı çizgisi ve diğer verilerin bir kombinasyonu, Britanya Adaları'nın batı ve kuzey

bölgelerinin 250 m'den daha fazla glasyo-izostatik olarak alçaldığını gösterirken, Kuzey Amerika'da Laurentide tabakasının merkezi yakınında buzul modellemesinden çıkarılan toplam alçalma miktarı 900 m'yi aşmıştır (Denton & Hughes, 1981).

Düşük enerjili gelgit sedimanlarının litolojik ve biyolojik özellikleri, gelgit çerçevesiyle yakından bağlantılıdır. Düşük enerjili sedimanlarda bulunan kayıtlardan GDS sinyallerini elde etmek için çeşitli stratejiler ve metodolojiler kullanılır. Bunların tümü, litostratigrafik, biyostratigrafik ve kronostratigrafik verilerin bir kombinasyonunu kullanan çoklu proksi yaklaşımıyla desteklenir. Litostratigrafi genellikle çalışma alanında toplanan ve sahada tanımlanan sediman karotlarından belirlenir (Allen & Haslett, 2002). Seçilen karotlar daha sonra ileri analiz için laboratuvara gönderilir. Bu analizde, sedimanların biriktiği ortamın doğasını belirlemek için kantitatif sedimantoloji (örneğin, tane boyutu), jeokimyasal değerlendirme (örneğin, kararlı izotoplar ile organik karbon ve toplam azotun element oranları) ve mikropaleontoloji (örneğin, polen, diyatom ve foraminifer) kullanılabilir. Sediman örneklerinin yaşı, genellikle içerdikleri organik materyalin radyokarbon tarihlemesi ile belirlenir.

Östatik deniz seviyesi dalgalanmalarının büyüklüğü, su sıcaklıklarına ve tuzluluğuna bağlı olarak izotopik sinyallerdeki yerel değişimler dikkate alınarak, derin deniz karotlarının izotopik kayıtlarından dolayı olarak elde edilebilir. Deniz seviyesindeki değişiklikler açısından, yaklaşık 10 m'lik bir deniz seviyesi değişiminin oksijen izotop sinyalinde mil başına yaklaşık 0,1'lik bir kayma ile temsil edileceği öne sürülmüştür (Shackleton & Opdyke, 1973). Buzul hacimleri deniz seviyesiyle ilişkili olduğu ölçüde, denizel  $\delta^{18}\text{O}$  kaydı küresel deniz seviyesi değişikliği için dolaylı bir veri olarak kullanılabilir.  $\delta^{18}\text{O}$  kaydındaki buzul hacmi etkisine dayanarak, bu Son Buzul Maksimumu'nda (SBM) deniz seviyesinin -110 ila -140 m alçalması anlamına gelecektir ki bu

tahmin, diğer  $\delta^{18}O$  tabanlı rekonstrüksiyonlar tarafından genel olarak doğrulanmaktadır (Waelbroeck vd., 2002). Bu rakam aynı zamanda küresel deniz seviyesi değişimine ilişkin bağımsız kanıtlarla da tutarlıdır. Örneğin, Yeni Gine'deki yükselmiş mercan taraçalarından elde edilen deniz seviyesi tahminleri, SBM'de deniz seviyesinin yaklaşık 125-130 m alçaldığına işaret etmektedir. Benzer bir tahmin (-125 m), alçak enlem bölgelerinden elde edilen kanıtların buzul modellemesinden elde edilen verilerle birleştirilmesiyle elde edilmiştir (Fleming vd., 1998); kuzeybatı Avustralya kıta kenarından elde edilen faunal ve tortul kayıtlar ise SBM'de deniz seviyesinin -135 ila -130 m arasında olduğunu göstermektedir (Yokoyama vd., 2000). Deniz seviyesinin 125 m alçalması,  $46-49 \times 106 \text{ km}^3$  'lük mevcut hacmi aşan bir karasal buzul hacmine karşılık gelirken, daha düşük deniz seviyesi değeri (-130 ila -135 m) SBM'de  $52 \times 106 \text{ km}^3$  'lük bir buzul hacmi fazlalığına işaret etmektedir. Maksimum buzul tabakası kalınlığı, özellikle Kuzey Avrupa'daki Bothnia Körfezi olmak üzere Fennoscandia'nın geniş bölgelerinde 2500 m'yi, Kuzey Amerika kıtasındaki Hudson Körfezi üzerinde bulunan Laurentide Buzul Tabakası'nda ise 3000 m'yi aşmıştır (Boulton vd., 1985).

İzotopik kayıtlar SBM'yi yaklaşık 11 ila 29 by arasına yerleştirirse de, deniz seviyesi 30 ila 19 by arasında en düşük seviyesini korumuştur (Lambeck vd., 2002). Bu döneme ait kıyı şeridinin belirlenmesi, büyük ölçüde su altında kalmış kayalıklar ve çentikler gibi morfolojik kanıtlardan ve sıkı su kabuklu deniz hayvanlarının birikintilerinden elde edilmiştir (Peltier & Fairbanks, 2006). Bu dönemde, düşük deniz seviyelerinin bir sonucu olarak kıtasal alanlar önemli ölçüde daha büyüktü. Avustralya, günümüzden %25 daha büyük bir kara alanına sahipti ve anakara ile Tazmania ve Papua Yeni Gine arasında kara köprüleri uzanıyordu. Benzer şekilde, Sunda Sahranlığı Borneo, Java, Sumatra, Malaya ve Vietnam arasında bir kara bağlantısı sağlamış ve Beringia Kuzey Amerika ve Asya kıtaları arasında önemli bir kara köprüsü

oluşturmuştur (Dobson vd., 2020). Barbados'un kapsamlı kayıtları, diğer Geç Buzul Çağı kayıtlarında bulunmayan SBM düşük seviyesi ve SBM sonrası östatik deniz seviyesi yükselişinin karakteri hakkında bilgi sağlar. Gözlemler, uranyum-toryum (U-Th) ve kalibre edilmiş 14C kullanılarak tarihlendirilmiş fosilleşmiş mercan örneklerinden elde edilmiştir. SBM düşük seviyesinin ardından, veriler 15 bin yıl boyunca sürekli bir yükselme olduğunu ve deniz seviyesinin 7 bin yıl önce bugünkü seviyesinin 9,5 m altına ulaştığını göstermektedir (Fairbanks, 1989).

### Biyolojik Kanıtlar

Teorik olarak, fosil kayıtlarında korunmuş olan ve gösterge niteliği ile yaşı belirlenebilen herhangi bir biyota, deniz seviyesi rekonstrüksiyonunun temelini oluşturabilir. Mikrofosiller, karasal ve denizel tortul tabakalarının transgresyon ve regresyonlara dair kanıt sağladığı kıyı alçak arazilerinde deniz seviyesi rekonstrüksiyonları için oldukça değerlidir. (Gehrels vd., 2001). Mikrofosiller, özellikle Holosen döneminde eski deniz seviyelerinin belirlenmesinde önemli bir araçtır. Güncel karşılıkları belirli yükseklik veya derinlik aralıklarında gelgit bölgesi içinde dar tanımlı nişlerde bulundukları için, değerli deniz seviyesi göstergelerini oluştururlar. Foraminifer, diyatom ve kabuklu amip gibi mikroorganizmaların dikey yaşam alanları, gelgit sıklığı, hava ile temas, besin mevcudiyeti ve tuzluluk gibi sınırlayıcı ekolojik parametreler tarafından kontrol edilir. Mikroorganizmaların dikey aralıklarının üst ve alt sınırları güncel gelgit ortamında ölçülürse, fosilleşmiş mikroorganizmalar içeren sedimanlardan, sedimanların biriktiği deniz seviyesine göre yükseklik değeri belirlenebilir. Holosen deniz seviyesi rekonstrüksiyonları foraminifer, diyatom, kabuklu amip, ostrakod ve polenlerin kullanımını ele almaktadır.

## Foraminiferler

Foraminiferler, gelgit bölgesi ile derin okyanuslar arasındaki çoğu deniz ortamında bulunan tek hücreli organizmalardır. Sığ sularda yaşayan foraminiferler, yaşam alanları deniz seviyesiyle kolay bir şekilde ilişkilendirilebildiğinden deniz seviyesi çalışmaları için oldukça yararlıdır (Duan vd., 2023). Gelgit bölgesi ortam koşulları genellikle dar dikey aralıklarda farklı toplulukların bulunduğu foraminiferal dikey zonlaşmaya neden olur (Gehrels, 1994). Tuzlu bataklık foraminiferlerinin deniz seviyesi göstergesi olarak potansiyeli ilk olarak Scott ve Medioli (1978) tarafından belirtilmiştir. Foraminiferlerin deniz seviyesi göstergesi olarak kullanılmasının belirgin bir avantajı, tuzlu bataklıklarda bolluğun genellikle yüksek, tür çeşitliliğinin ise düşük olmasıdır. Foraminifere dayalı en kesin deniz seviyesi rekonstrüksiyonları, Kuzey Amerika'nın doğu kıyısındaki mikro gelgitli tuzlu bataklıklarda (Kemp vd., 2009) ve Yeni Zelanda'da (Gehrels vd., 2008) yapılmıştır. Bu rekonstrüksiyonlar, devam eden deniz seviyesi yükselişinin, Holosen döneminin sonlarında görülen daha yavaş deniz seviyesi yükselişinden önemli ölçüde farklı olduğunu ve bu yükselişin 20. yüzyılın başlarında hızlandığını göstermiştir.

## Ostrakodlar

Ostrakodlar, genellikle 0,3 ila 1,5 mm büyüklüğünde, çift kabuklu küçük canlılardır. Hem tatlı sularda hem de deniz sularında bulunurlar. Foraminiferler gibi, deniz ostrakodları da gelgit bölgelerinden derin okyanuslara kadar tüm deniz alanlarında bulunurlar. Bununla birlikte, kabukları kolayca taşınabildikleri ve dağılımlarını tuzluluk, su kimyası ve sıcaklık gibi birçok çevresel parametre kontrol ettiği için (Frenzel & Boomer, 2005), bunlar kesin deniz seviyesi göstergeleri olarak kabul edilmez. Ancak gelgit bölgelerinde bulunan topluluklar istisnadır. Burada türler genellikle alçak bataklık habitatları, gelgit kanalları ve havuzlarla sınırlıdır ve

deniz seviyesi uygulamalarında çoğunlukla foraminiferler ile birlikte kullanılırlar (Loureiro vd., 2009).

### Diyatomlar

Diyatomlar, tatlı su ve deniz suyu gibi hemen hemen her su ortamında bulunan tek hücreli alglerdir. Diatom kabukları silikadan oluşur ve fosil sedimanlarında korunma potansiyelleri yüksektir. Foraminiferler gibi, güncel gelgit bölgesinde sınırlı çevresel alanları işgal ederler (Nelson & Kashima, 1993). Ancak, diatomlar hem tatlı su hem de deniz koşullarına tolerans gösterebilir ve dağılımları tuzluluk, sıcaklık ve besin kaynağı gibi birtakım çevresel değişkenler tarafından kontrol edilir (Espinosa vd., 2022). Gelgit koşulları, diatomların uyum sağladığı gelgit bölgesinde mekânsal olarak değişken koşullar yaratır. Bunun sonucu olarak diatomlar tuzluluk sınıflarına göre gruplandırılmıştır; halofoblar tatlı su diatomlarıdır, oligohaloblar %2'ye kadar düşük tuzluluklara tolerans gösterebilir, mezohaloblar %2 ile %30 arasında tuzlulukta acı suda yaşar ve polihaloblar %30'dan daha yüksek tuzluluğa sahip deniz sularında bulunur (Vos & de Wolf, 1993). Sedimandaki bu grupların göreceli bolluklarındaki değişiklikler, genellikle transgresyon veya regresyon olarak yorumlanan değişen deniz etkisinin göstergesini oluşturur. Sonuç olarak, dar yükseklik aralıklarında farklı diatom toplulukları bulunur ve bu da onları deniz seviyesi göstergeleri olarak uygun hale getirir.

### Kabuklu Amipler

Kabuklu amipler, turba bataklıkları, topraklar, göller ve tuzlu bataklıklar da dâhil olmak üzere birçok karasal ve sucul yaşam alanında yaşayan tek hücreli organizmalardır. İlk başta kabuklu amiplerin yalnızca tatlı su organizmaları olduğu düşünülmüş, ancak sonrasında bazı taksonlar kıyı bataklıklarında da bulunmuştur (Roe vd., 2002). Kabuklu amiplerin dağılımını kontrol eden önemli bir çevresel etken ıslaklıktır, tuzluluk ise bunların tuzlu bataklıkların en

üst kısımlarıyla sınırlı kalmasına neden olmaktadır (Charman vd., 2002). Kabuklu amipler önemli deniz seviyesi göstergeleridir ve diğer mikrofosil gruplarına göre daha dar gelgit bölgelerinde yaşarlar (Charman vd., 2010).

### Polenler

Polenler, deniz seviyesi rekonstrüksiyonlarında kullanılan ilk mikrofosil grubudur (Godwin, 1940), ancak bunlar daha çok kronolojik bir araç olarak kullanılır. Polen taneleri rüzgâr veya su tarafından taşınır ve bu nedenle polen topluluklarına dayalı olarak sedimanlardan belirli gelgit seviyelerini belirlemek zordur. Ancak, polen toplulukları sedimanların gelgit çerçevesi içindeki konumuna ilişkin genel bir gösterge sağlama açısından değerlidir. Örneğin, birçok tuzlu bataklık sedimanı, *Chenopodiaceae* ve *Plantago maritima* gibi polen taksonları dâhil olmak üzere belirgin bir polen topluluğu içerir, bu da bu ortamların diğer ortamlardan ayırt edilmesini sağlar (Roe & van de Plassche, 2005). Diğer mikrofosillerin genellikle kötü korunmuş olduğu mangrov ortamlarında polenler önemli veriler haline gelir. Engelhart vd. (2007), Endonezya'daki mangrov bataklıklarında polen dağılımlarının bölgelere ayrılmış ve karotlarda iyi korunmuş olduğunu ve bu nedenle deniz seviyesi değişikliklerini belirlemek için kullanılabileceğini belirtmiştir. Alçak kıyı arazilerinde yapılan birçok deniz seviyesi çalışmasında, polen analizleri genellikle turba ve minerojenik sedimanlar arasındaki sınırlarda gerçekleştirilir (Cheng vd., 2021). Bu sınırların, deniz-kara temasını temsil ettiği ve sınırın yerinde oluşmuş stratigrafik bir temas olduğu kanıtlanabilirse, deniz seviyesi indeks noktaları elde edilebilir.

### Deniz Seviyesi İndeks Noktaları

Buzul-izostatik yükselmenin meydana geldiği bölgelerde, kara yükselmesi ve buzul-östatik yükselme arasındaki etkileşim, deniz seviyesindeki göreceli değişikliklerin karmaşık bir geçişini

oluşturabilir. Bunlar hem jeomorfolojik hem de litolojik kanıtlar kullanılarak belirlenebilir. Bu açıdan özellikle değerli olan izolasyon havzaları, hem glasyo-izostatik hem de glasyo-östatik değişikliklerden etkilenmiş ve bu nedenle deniz tarafından periyodik olarak işgal edilmiş kıyı ortamlarındaki havzalardır. Litostratigrafik ve biyostratigrafik (polen, diyatom, vb.) kanıtların birleştirilmesi, havzanın eşik yüksekliğinde deniz seviyesinin göreceli düşüşünü (izolasyon) veya yükselişini (bağlantı) yansıtan deniz seviyesi indeks noktalarının oluşturulmasını sağlar (Kolka vd., 2023). Bu değişikliklerin tarihlendirilebildiği yerlerde, deniz seviyesinin göreceli yükselişini ve düşüşünü gösteren yerel paleo deniz seviyesi değişimleri belirlenebilir. Bununla birlikte, izolasyon havzaları dışındaki alanlar için de deniz seviyesi indeks noktaları oluşturulabilir ve bunlar birlikte bölgesel ve ulusal ölçeklerde paleodeniz seviyelerinin belirlenmesi için temel oluşturur. Lloyd (2000), İskoçya'nın kuzeybatısındaki Loch nan Corr'da, makro gelgitli bir kıyı şeridi boyunca izolasyon havzasında çalışmıştır. Birçok deniz seviyesi çalışmasında büyük gelgit aralığı sorunlar yaratırken, burada bu durum transgresyon ve regresyonun çeşitli aşamalarını tanımak için bir fırsat sunmuştur. Kanıtlar, foraminifer ve kabuklu amip analizlerinden elde edilmiştir. Lloyd (2000), Loch nan Corr'daki göreceli deniz seviyesi değişikliklerini belirlemek için beş deniz seviyesi indeks noktası belirlemiştir. Buna göre bu bölgedeki yükselme hızı nispeten yavaştır ve izolasyon sürecinin tamamlanması yaklaşık 7000 yıl sürmüştür.

Biyostratigrafi, litolojik temaslar boyunca deniz etkisi değişimlerini aydınlatmak için tercih edilen araç olsa da, bazı bölgelerde mikrofosillerin kötü korunması, ortamsal değişimin doğasını güvenilir bir şekilde belirlemek için yeterli veri elde edilememesine neden olabilir. Son yıllarda, biyostratigrafinin sağladığı bilgileri tamamlamak için potansiyel alternatif jeokimyasal yaklaşımlara olan ilgi artmaktadır. Toplu organik karbonun izotopik

verisi ( $\delta^{13}\text{C}$ ) ve organik karbon ile toplam azotun element oranı (C/N), kıyı ve akarsu ağız ortamlarındaki organik maddenin kaynağını incelemek için rutin olarak kullanılır (Howard vd., 2025). Çoğu durumda, tuzluluk ve  $\delta^{13}\text{C}$  arasında iyi bir korelasyon vardır, bu da izotopik değerlerin karasal, acı su ve deniz ortamlarını ayırt etmek için kullanılabileceğini göstermektedir (Yu vd., 2010). Gelgitlerle taşınan (allokton) partikül organik karbonun yükseklik arttıkça azalacağı varsayımıyla,  $\delta^{13}\text{C}$  ve C/N oranının kombinasyonu deniz etkisindeki göreceli değişiklikleri tespit etmek için kullanılmıştır (Lamb vd., 2006). Bu durumda, kesin değerlerden ziyade  $\delta^{13}\text{C}$  ve C/N oranındaki eğilimler tanısal olarak değerlendirilir ve özellikle belirgin sapmalar deniz etkisinin üst sınırı ile ilişkilendirilir.

#### Deniz seviyesi değişimlerinin tarihlendirilmesi

Son Buzul Maksimumundan (SBM) bu yana deniz seviyesindeki değişikliklerle ilgili çalışmalarda kullanılan rekonstrüksiyonların çoğunun yaşları radyokarbon teknikleriyle ölçülmüştür ve modern çalışmaların çoğunda kalibre edilmiş yaşlar kullanılmaktadır. Radyokarbon tarihleme, sedimanların 300 yıldan daha eski olduğu durumlarda, mikrofosil temelli Holosen deniz seviyesi rekonstrüksiyonlarında kronoloji sağlamak için kullanılan geleneksel bir yöntemdir (Woodroffe vd., 2015). Bununla birlikte alandaki en önemli ilerlemeler, kıyı çizgilerinin tarihlendirilmesinde kullanılan yeni ve geliştirilmiş yöntemlerin bulunması sayesinde olmuştur (Muhs vd., 2003). Holosen kıyı çizgilerinin tarihlendirilmesi için eskiden gereken karbonun binde birinden daha az karbon içeren örneklerin hızlandırıcı kütle spektrometresi (AMS)  $^{14}\text{C}$  tarihlendirilmesi, potansiyel olarak tarihlendirilebilir kıyı çizgisi örneklerinin sayısını bin kattan fazla artırmıştır. Karayipler'deki tektonik olarak istikrarlı Barbados adasında sondaj karotlarından elde edilen iyi korunmuş fosil mercanların kütle spektrometrik uranyum serisi tarihlendirilmesi, dünya çapında deniz

seviyesi değişikliklerini ayırmak için kullanılan Pleyistosen ve Holosen deniz seviyesi tarihini ortaya koymuştur (Muhs, 2002). U serisinin termal iyonizasyon kütle spektrometresi (TIMS) ile saptanmasındaki teknolojik gelişmeler analitik belirsizlikleri büyük ölçüde azaltmış ve buna bağlı olarak deniz seviyesindeki yükselme olaylarının tarihlendirilebileceği çözünürlüğü arttırmıştır (Gallup vd., 2002). Lazer ablasyonlu çok kollektörlü indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi (MC-ICPMS) uygulaması, analitik örnekleme tekniklerini önemli ölçüde geliştirmiş ve tek tek mollusk ve mercan örneklerinde çok sayıda U serisi ölçümüne izin vermiştir (Eggins vd., 2005). Toplu olarak, bu gelişmeler, son buzul döngüsü için belirli deniz seviyesi üst noktalarının zamanlamasının daha net bir şekilde tanımlanmasını sağlamıştır. Son on beş yılda ise, birçok kıyıdaki Holosen ve Pleyistosen kıyı çizgileri, termoluminesans ve optik olarak uyarılmış lüminesans yöntemleriyle ve daha yakın zamanlarda hızlandırıcı kütle spektrometreleri kullanılarak kozmojenik nükleer tarihlemenin (10Be, 26Al, 36Cl) çeşitli yöntemleriyle tarihlendirilmiştir (Yıldırım vd., 2024).

## **Sonuç ve Öneriler**

Deniz seviyesindeki değişimin nedenlerini ve etkilerini anlamak, Kuvaterner ortamlarının analizinde temel öneme sahiptir, çünkü bunlar yalnızca paleodeniz seviyelerinin belirlenmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda buzul ve buzul tabakası davranışları, buzullaşma kronolojileri ve kıyı bölgelerinin tektonik geçmişi hakkında ek bilgiler sağlar. Ancak değişen kara ve deniz seviyeleri Kuvaterner araştırmalarının diğer yönlerini de etkilemektedir. Örneğin, geçmişte alçalan deniz seviyeleri bitkiler ve hayvanlar için göç koridorları ve yeni bölgelere erişim yolları sağlarken, deniz geçişlerinin kısılması insanların teknelerle hareket etmesini teşvik etmiş olabilir. Deniz seviyesinin düştüğü zamanlarda Bering Boğazı'nda olduğu gibi kara köprüleri oluşmuş; Endonezya adaları birleşerek şimdi sular altında kalan Sundaland'ı oluşturmuş;

Avustralya ve Yeni Gine Sahul Sahanlığı ile birbirine bağlanmıştır. Bu kara köprüleri üzerinden Amerika ve Avustralya'ya insan yerleşimi gerçekleşmiştir. Buna karşın, yükselen deniz seviyeleri eski kara bağlantılarını su altında bırakmıştır. Bu süreç, daha önce işgal edilen verimli ovaların denizde kaybolmasının ardından Neolitik dönemde erken çiftçilerin kara içlerine yayılmasını teşvik etmiş olabilir. Bu nedenle eski kıyı şeritlerinin rökonstrüksiyonu özellikle tarih öncesi topluluklar için kıyı bölgelerinin kaynak potansiyeli nedeniyle insanlık tarihinin anlaşılmasında önemli bir yardımcı olabilir.

Deniz seviyesi değişimlerinin belirlenmesinde jeomorfolojik, litolojik ve biyolojik kanıtlar kullanılmaktadır. Jeomorfolojik kanıtlar arasında deniz çentikleri, biyoerozyon delikleri, deniz taraçaları, alg halkaları, mikroatoller, trottoirler, mercan resifleri, speleotemler ve yalıtışları yer alır. Bunlar kullanılarak genellikle denizin ulaştığı alt ve üst seviyeler belirlenerek seviye dalgalanmaları hakkında bilgi elde edilebilmektedir. Litolojik kanıtlar, sığ su-derin su ortamına ait farklı tortulaşma özellikleri sayesinde trasgresyon ve regresyon olaylarının belirlenmesini, haliç gibi sığ su ortamlarında deniz suyu ve tatlı su geçişleri, dolayısıyla seviye değişimleri hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Deniz seviyesi değişimlerinin belirlenmesinde kullanılan biyolojik kanıtlar arasında foraminifer, ostrakod, diyatom, kabuklu amip ve polenler bulunmaktadır. Bunların yaşam alanlarının, su sıcaklığı, gelgit sıklığı, hava ile temas, besin mevcudiyeti ve tuzluluk gibi sınırlayıcı ekolojik parametreler tarafından kontrol edilmesi nedeniyle deniz seviyelerinin konumlarının doğruya en yakın şekilde belirlenmesini sağlarlar.

Hem glasyo-izostatik hem de glasyo-östatik değişikliklerden etkilenmiş ve bu nedenle deniz tarafından periyodik olarak işgal edilmiş kıyı ortamlarındaki havzalar olan izolasyon havzalarında litostratigrafik ve biyostratigrafik kanıtların birleştirilmesi, havzanın

eşik yüksekliğinde deniz seviyesinin göreceli düşüşünü veya yükselişini yansıtan deniz seviyesi indeks noktalarının oluşturulmasını sağlar. Deniz seviyelerinin kronolojilerinin oluşturulmasında radyokarbon tarihlendirmesi başta olmak üzere, kütle spektrometrik uranyum serisi tarihlendirilmesi, U serisinin termal iyonizasyon kütle spektrometresi, Lazer ablasyonlu çok kollektörlü indüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometresi, termolüminesans ve optik olarak uyarılmış lüminesans ve kozmojenik nükleer tarihlemenin (10Be, 26Al, 36Cl) çeşitli yöntemleri kullanılmaktadır.

Kuvaterner döneminin temel özellikleri arasında olan buzullaşmalar ve buna bağlı deniz seviyesi değişimlerinin gerçekleşmiş olması seviye değişimlerinin ortaya konulmasının Kuvaterner döneminin özelliklerinin belirlenmesinde anahtar bir rol oynamasını sağlamıştır. Bu değişimlerin belirlenmesinde kullanılan her bir veri kaynağı değerli olmakla birlikte jeomorfolojik, litolojik, biyolojik ve kronolojik verilerin tümünün bir arada kullanılması oldukça ayrıntılı rekonstrüksiyonların gerçekleştirilmesini sağlar. Bu nedenle deniz seviyesi değişimlerinin belirlenmesi için gerçekleştirilecek ilerideki çalışmalarda çoklu veriye dayalı multidisipliner çalışmaların sayısının arttırılmasına ihtiyaç vardır.

## Kaynakça

Allen, J. R. L., & Haslett, S. K. (2002). Buried salt-marsh edges and tide-level cycles in the mid-Holocene of the Caldicot Level (Gwent), South Wales, UK. *The Holocene*, 12(3), 303-324.

Andrews, J. T. (1986). Elevation and age relationships: raised marine deposits and landforms in glaciated areas: Examples based on Canadian Arctic data. In *Sea-Level Research: a manual for the collection and evaluation of data* (pp. 67-95). Dordrecht: Springer Netherlands.

Antonioli, F., Bard, E., Potter, E. K., Silenzi, S., & Improta, S. (2004). 215-ka History of sea-level oscillations from marine and continental layers in Argentarola Cave speleothems (Italy). *Global and Planetary Change*, 43(1-2), 57-78.

Antonioli, F., Presti, V. L., Rovere, A., Ferranti, L., Anzidei, M., Furlani, S., ... & Vecchio, A. (2015). Tidal notches in Mediterranean Sea: a comprehensive analysis. *Quaternary Science Reviews*, 119, 66-84.

Boulton, G. S., Smith, G. D., Jones, A. S., & Newsome, J. (1985). Glacial geology and glaciology of the last mid-latitude ice sheets. *Journal of the Geological Society*, 142(3), 447-474.

Camoin, G. F., & Webster, J. M. (2015). Coral reef response to Quaternary sea-level and environmental changes: State of the science. *Sedimentology*, 62(2), 401-428.

Chappell, J. & Shackleton, N. J. (1986). Oxygen isotopes and sea level. *Nature*, 324, 137-140.

Charman, D. J., Gehrels, W. R., Manning, C., & Sharma, C. (2010). Reconstruction of recent sea-level change using testate amoebae. *Quaternary Research*, 73(2), 208-219.

Charman, D. J., Roe, H. M., & Roland Gehrels, W. (2002). Modern distribution of saltmarsh testate amoebae: regional variability of zonation and response to environmental variables. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 17(5-6), 387-409.

Cheng, Z., Weng, C., Steinke, S., & Mohtadi, M. (2021). Marine pollen records provide perspective on coastal wetlands through Quaternary sea-level changes. *Ecological Indicators*, 133, 108405.

Denton, G. & Hughes, T.J. (1981). *The Last Great Ice Sheets*. John Wiley & Sons, Chichester and New York.

Dobson, J. E., Spada, G., & Galassi, G. (2020). Global choke points may link sea level and human settlement at the last glacial maximum. *Geographical Review*, 110(4), 595-620.

Duan, B., Li, T., Wang, L., & Xiong, Z. (2023). Holocene sea level change and paleoenvironmental evolution off the Shandong Peninsula: Evidence of benthic foraminifera assemblages from core LHSD-1 in a subaqueous clinoform. *Journal of Sea Research*, 192, 102338.

Dumitru, O. A., Dyer, B., Austermann, J., Sandstrom, M. R., Cashman, M., Goldstein, S. L., ... & Raymo, M. E. (2024). Last interglacial global mean sea level derived from U-series ages of Bahamian fossil coral reefs. *Quaternary Science Reviews*. *Quaternary science reviews*, 318(na).

Dutton, A., Bard, E., Antonioli, F., Esat, T. M., Lambeck, K., & McCulloch, M. T. (2009). Phasing and amplitude of sea-level and climate change during the penultimate interglacial. *Nature Geoscience*, 2(5), 355-359.

Eggins, S. M., Grün, R., McCulloch, M. T., Pike, A. W., Chappell, J., Kinsley, L., ... & Taylor, L. (2005). In situ U-series

dating by laser-ablation multi-collector ICPMS: new prospects for Quaternary geochronology. *Quaternary Science Reviews*, 24(23-24), 2523-2538.

Engelhart, S. E., Horton, B. P., Roberts, D. H., Bryant, C. L., & Corbett, D. R. (2007). Mangrove pollen of Indonesia and its suitability as a sea-level indicator. *Marine Geology*, 242(1-3), 65-81.

Espinosa, M. A., Fayó, R., & Velez-Agudelo, C. (2022). Diatom-based paleoenvironmental reconstruction from the coast of Northern Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 116, 103874.

Evelpidou, N. (2018). Geomorphology and Sea Level. *Encyclopedia of Coastal Science; Finkl, C., Makowski, C., Eds*, 885-894.

Fairbanks, R. G. (1989). A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature*, 342(6250), 637-642.

Fairbridge, R. W. (1983). Isostasy and eustasy. In *Shorelines and Isostasy* (edited by D.E. Smith and A.G. Dawson), Academic Press, London and New York, 3–28.

Faivre, S. (2007). Indicators of the late Holocene sea level change on the island of Vis (Croatia). In *Carpatho-Balkan-Dinaric Conference on Geomorphology, Book of Abstracts* (pp. 18-18). Pečuh:.

Fleming, K., Johnston, P., Zwart, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K., & Chappell, J. (1998). Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far-and intermediate-field sites. *Earth and Planetary Science Letters*, 163(1-4), 327-342.

Frenzel, P., & Boomer, I. (2005). The use of ostracods from marginal marine, brackish waters as bioindicators of modern and Quaternary environmental change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 225(1-4), 68-92.

Furlani, S., Agate, M., de Sabata, E., Chemello, R., Vaccher, V., Visconti, G., & Antonioli, F. (2024). Dipping tidal notch (DTN): exposed vs. Sheltered morphometry. *Geosciences*, 14(6), 157.

Gallup, C. D., Cheng, H., Taylor, F. W., & Edwards, R. L. (2002). Direct determination of the timing of sea level change during Termination II. *Science*, 295(5553), 310-313.

Gehrels, W. R. (1994). Determining relative sea-level change from salt-marsh foraminifera and plant zones on the coast of Maine, USA. *Journal of Coastal Research*, 990-1009.

Gehrels, W. R., Roe, H. M., & Charman, D. J. (2001). Foraminifera, testate amoebae and diatoms as sea-level indicators in UK saltmarshes: a quantitative multiproxy approach. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 16(3), 201-220.

Gehrels, W. R., Hayward, B. W., Newnham, R. M., & Southall, K. E. (2008). A 20th century sea-level acceleration in New Zealand. *Geophysical Research Letters*, 35, L02717.

Gines, A., Tuccimei, P., Fornos, J. J., Gines, A., Gracia, F., & Vesica, P. (2003). The upper Pleistocene sea-level history in Mallorca (western Mediterranean) approached from the perspective of coastal phreatic speleothems. In: Ruiz MB, Dorado M, and Valdeolmillos A, et al. (eds.) *Quaternary Climatic Changes and Environmental Crises in the Mediterranean Region*. Madrid: Alcala' de Henares.

Godwin, H. (1940). Studies of the post-glacial history of British vegetation-III. Fenland pollen diagrams-IV. Post-glacial

changes of relative land-and sea-level in the English Fenland. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 230(570), 239-303.

Goodwin, I. D. & Harvey, N. (2008). Subtropical sea-level history from coral microatolls in the Southern Cook Islands, since 300 AD. *Marine Geology* 253: 14–25.

Gouveia, M. P., Cunha, P. P., Martins, A. A., Stokes, M., Gomes, A., Falguères, C., ... & Tombret, O. (2025). Plio-Quaternary coastal uplift along the western Iberian Margin: insights from dated marine terraces (Peniche, Portugal). *Quaternary International*, 747, 109954.

Howard, K. Y., Khan, N. S., Desianti, N., Garrett, E., Planavsky, N. J., & Ahmed, A. (2025). The utility of mangrove foraminifera, diatoms, and stable carbon isotope and C/N geochemistry in relative sea-level reconstruction in the Pearl River Delta, China. *Marine Geology*, 488, 107610.

Kelsey, H. M. (2015). Geomorphological indicators of past sea levels. *Handbook of Sea-Level Research*, 66-82.

Kemp, A. C., Horton, B. P., Culver, S. J., Corbett, D. R., van de Plassche, O., Gehrels, W. R., ... & Parnell, A. C. (2009). Timing and magnitude of recent accelerated sea-level rise (North Carolina, United States). *Geology*, 37(11), 1035-1038.

Kolka, V., Tolstobrov, D., Corner, G. D., Korsakova, O., Tolstobrova, A., & Vashkov, A. (2023). Isolation basin stratigraphy and Holocene relative sea-level change on the Barents Sea coast at Teriberka, Kola Peninsula, northwestern Russia. *The Holocene*, 33(9), 1060-1072.

Laborel, J. (2005). Algal rims. In: Schwartz ML (ed.) *Encyclopedia of Coastal Science*, pp. 24–25. Dordrecht: Springer.

Laborel, J., & Laborel-Deguen, F. (1994). Biological indicators of relative sea-level variations and of co-seismic displacements in the Mediterranean region. *Journal of coastal research*, 395-415.

Laborel, J., Morhange, C., Collina-Girard, J., & Laborel-Deguen, F. (1999). Littoral bioerosion, a tool for the study of sea level variations during the Holocene. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 45, 164-168.

Lamb, A. L., Wilson, G. P., & Leng, M. J. (2006). A review of coastal palaeoclimate and relative sea-level reconstructions using  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N ratios in organic material. *Earth-Science Reviews*, 75(1-4), 29-57.

Lambeck, K., Esat, T. M., & Potter, E. K. (2002). Links between climate and sea levels for the past three million years. *Nature*, 419(6903), 199-206.

Lambeck, K., Woodroffe, C. D., Antonioli, F., Anzidei, M., Gehrels, W. R., Laborel, J., & Wright, A. J. (2010). Paleoenvironmental records, geophysical modelling and reconstruction of sea level trends and variability on centennial and longer time scales. *Understanding sea level rise and variability*, 61-121.

Li, W. X., Lundberg, J., Dickin, A. P., Ford, D. C., Schwarcz, H. P., McNutt, R., & Williams, D. (1989). High-precision mass-spectrometric uranium-series dating of cave deposits and implications for palaeoclimate studies. *Nature*, 339(6225), 534-536.

Lloyd, J. (2000). Combined foraminiferal and thecamoebian environmental reconstruction from an isolation basin in NW Scotland: implications for sea-level studies. *The Journal of Foraminiferal Research*, 30(4), 294-305.

Loureiro, I. M., Cabral, M. C., & Fatela, F. (2009). Marine influence in ostracod assemblages of the Mira River estuary: Comparison between lower and mid estuary tidal marsh transects. *Journal of Coastal Research*, 1365-1369.

Lundberg, J., & Ford, D. C. (1994). Late Pleistocene sea level change in the Bahamas from mass spectrometric U-series dating of submerged speleothem. *Quaternary Science Reviews*, 13(1), 1-14.

Majewski, J. M., Meltzner, A. J., Switzer, A. D., Shaw, T. A., Li, T., Bradley, S., ... & Horton, B. P. (2022). Extending instrumental sea-level records using coral microatolls, an example from Southeast Asia. *Geophysical Research Letters*, 49(4), e2021GL095710.

Milne, G. A., & Mitrovica, J. X. (2008). Searching for eustasy in deglacial sea-level histories. *Quaternary Science Reviews*, 27(25-26), 2292-2302.

Mix, A. C., Bard, E., & Schneider, R. (2001). Environmental processes of the ice age: land, oceans, glaciers (EPILOG). *Quaternary Science Reviews*, 20(4), 627-657.

Montaggioni, L. F. & Braithwaite, C. J. R. (2009). Quaternary Coral Reef Systems: History, Development Processes and Controlling Factors, p. 532. Amsterdam: Elsevier

Muhs, D. R. (2002). Evidence for the timing and duration of the last interglacial period from high-precision uranium-series ages of corals on tectonically stable coastlines. *Quaternary Research*, 58(1), 36-40.

Muhs, D. R. (2022). MIS 5e sea-level history along the Pacific coast of North America. *Earth System Science Data*, 14(3), 1271-1330.

Muhs, D. R., Wehmiller, J. F., Simmons, K. R., & York, L. L. (2003). Quaternary sea-level history of the United States. *Developments in Quaternary Sciences*, 1, 147-183.

Murray-Wallace, C. V., & Woodroffe, C. D. (2014). *Quaternary sea-level changes: a global perspective*. Cambridge University Press.

Muto, T., & Steel, R. J. (1997). Principles of regression and transgression; the nature of the interplay between accommodation and sediment supply. *Journal of Sedimentary Research*, 67(6), 994-1000.

Nelson, A. R., & Kashima, K. (1993). Diatom zonation in southern Oregon tidal marshes relative to vascular plants, foraminifera, and sea level. *Journal of Coastal Research*, 673-697.

Pastier, A. M., Husson, L., Pedoja, K., Bézoz, A., Authemayou, C., Arias-Ruiz, C., & Cahyarini, S. Y. (2019). Genesis and architecture of sequences of Quaternary coral reef terraces: Insights from numerical models. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 20(8), 4248-4272.

Peltier, W. R. (1999). Global glacial isostasy and coastal evolution. *The Non-Steady State of The Inner Shelf And Shoreline: Coastal Change on The Time Scale Of Decades to Millennia*.

Peltier, W. R., & Fairbanks, R. G. (2006). Global glacial ice volume and Last Glacial Maximum duration from an extended Barbados sea level record. *Quaternary Science Reviews*, 25(23-24), 3322-3337.

Pirazzoli, P. A. (2005). Sea-level indicators, geomorphic. In: Schwartz ML (ed.) *Encyclopedia of Coastal Science*, pp. 836–838. Dordrecht: Springer.

Pirazzoli, P. A., & Evelpidou, N. (2013). Tidal notches: A sea-level indicator of uncertain archival trustworthiness. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 369, 377-384.

Richards, D. A., & Dorale, J. A. (2003). Uranium-series chronology and environmental applications of speleothems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 52(1), 407-460.

Roe, H. M., Charman, D. J., & Roland Gehrels, W. (2002). Fossil testate amoebae in coastal deposits in the UK: implications for studies of sea-level change. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 17(5-6), 411-429.

Roe, H. M., & van de Plassche, O. (2005). Modern pollen distribution in a Connecticut saltmarsh: implications for studies of sea-level change. *Quaternary Science Reviews*, 24(18-19), 2030-2049.

Rovere, A., Stocchi, P., & Vacchi, M. (2016). Eustatic and relative sea level changes. *Current Climate Change Reports*, 2(4), 221-231.

Scoffin, T. P. & Stoddart, D. R. (1978), The nature and significance of micro atolls. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London B* 284: 99–122.

Scott, D. S., & Medioli, F. S. (1978). Vertical zonations of marsh foraminifera as accurate indicators of former sea-levels. *Nature*, 272(5653), 528-531.

Shackleton, N. J., & Opdyke, N. D. (1973). Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 105 year and 106 year scale. *Quaternary research*, 3(1), 39-55.

Shennan, I., Bradley, S., Milne, G., Brooks, A., Bassett, S., & Hamilton, S. (2006). Relative sea-level changes, glacial isostatic modelling and ice-sheet reconstructions from the British Isles since the Last Glacial Maximum. *Journal of Quaternary Science: Published for the Quaternary Research Association*, 21(6), 585-599.

Spada, G. (2017). Glacial isostatic adjustment and contemporary sea level rise: An overview. *Integrative study of the mean sea level and its components*, 155-187.

Tari, U. (2026). Beachrock formation influenced by co-seismic deformation and relative sea-level changes during the Holocene near the Gulf of Saros, Türkiye (NE Aegean Sea). *Boreas*, 55(1), 231-257.

Stea, R. R., Boyd, R., Fader, G. B. J., Courtney, R. C., Scott, D. B., & Pecore, S. S. (1994). Morphology and seismic stratigraphy of the inner continental shelf off Nova Scotia, Canada: Evidence for a 65 m lowstand between 11,650 and 11,250 C14 yr BP. *Marine Geology*, 117(1-4), 135-154.

Thompson, W. G. & Goldstein, S. L. (2005). Open-system coral ages reveal persistent suborbital sea-level cycles. *Science*, 308, 401–404.

Toscano, M. A. & Macintyre, I. G. (2003). Corrected western Atlantic sea-level curve for the last 11,000 years based on calibrated 14C dates from *Acropora palmata* framework and intertidal mangrove peat. *Coral Reefs*, 22, 257–270.

Vos, P. C., & De Wolf, H. (1993). Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects. *Hydrobiologia*, 269(1), 285-296.

Waelbroeck, C., Labeyrie, L., Michel, E., Duplessy, J. C., Mcmanus, J. F., Lambeck, K., ... & Labracherie, M. (2002). Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records. *Quaternary science reviews*, 21(1-3), 295-305.

Woodroffe, S. A., Long, A. J., Punwong, P., Selby, K., Bryant, C. L., & Marchant, R. (2015). Radiocarbon dating of mangrove sediments to constrain Holocene relative sea-level change on

Zanzibar in the southwest Indian Ocean. *The Holocene*, 25(5), 820-831.

Yıldırım, C., Çiner, A., Sarıkaya, M. A., & Hidy, A. (2024). Cosmogenic surface exposure ( $^{10}\text{Be}$ ) dating of raised beaches in Marguerite bay, Antarctic Peninsula: Implications for relative sea-level history. *Quaternary Science Reviews*, 344, 108995.

Yokoyama, Y., Lambeck, K., De Deckker, P., Johnston, P., & Fifield, L. K. (2000). Timing of the Last Glacial Maximum from observed sea-level minima. *Nature*, 406(6797), 713-716.

Yu, F., Zong, Y., Lloyd, J. M., Huang, G., Leng, M. J., Kendrick, C., ... & Yim, W. W. S. (2010). Bulk organic  $\delta^{13}\text{C}$  and C/N as indicators for sediment sources in the Pearl River delta and estuary, southern China. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 87(4), 618-630.

## BÖLÜM 2

### 6 ŞUBAT DEPREMLERİNDE HATAY

**HAKAN UYGUÇGİL<sup>1</sup>**  
**GÖKBEN ADANA KARAAĞAÇ<sup>2</sup>**

#### Giriş

Doğal ya da insan kaynaklı afetler, neden oldukları fiziksel hasar, can kayıpları ve ekonomik etkiler nedeniyle dünya genelinde önemli risk faktörleri arasında yer almaktadır. Afetlerin sıklığı ve şiddetindeki artış, özellikle kentsel alanlarda yoğunlaşan nüfus ve sermaye birikimi üzerinde ciddi etkiler yaratmaktadır. Bu durum, afet risklerinin ekonomik boyutunun daha fazla önem kazanmasına yol açmaktadır. Afetlerin neden olduğu doğrudan ekonomik kayıpların mekânsal olarak belirlenmesi ve nicel olarak ortaya konması; afet risk yönetimi, planlama ve sürdürülebilir kent politikaları açısından kritik rol oynamaktadır. Bu kitap bölümünde, 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin Hatay ilinde neden olduğu doğrudan ekonomik kayıplar bina bazında analiz edilerek mekânsal olarak değerlendirilmiştir.

---

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri ABD, Orcid: 0000-0003-3100-0129

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Gör., Eskişehir Teknik Üniversitesi, Bilişim Teknolojileri Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Programı, Orcid: 0000-0002-5807-2184

## Afetler ve Küresel Kayıplar

Can kaybı, insanların yaşam alanlarını kaybetmesi ya da terk etmek zorunda kalması, tarım alanlarının zarar görmesi nedeniyle tarımsal üretimin azalması, işletmelerin faaliyetlerinin aksaması ya da kapanması, toplum üzerinde olumsuz psikolojik etkiler ve ekonomik kayıplar afetlerin en yıkıcı sonuçları olarak sıralanabilir.

Günümüzde sıklığı ve şiddeti artmaya başlayan afetler, tüm dünyanın sorunu haline gelmiştir. Küresel ısınmaya bağlı aşırı hava olayları, kuraklık, sel ve orman yangınları gibi meteorolojik, klimatolojik ve hidrolojik afetlerin sıklığı artış göstermektedir. Kütle hareketleri ve volkanik faaliyetler ile birlikte jeofiziksel afetler grubunda yer alan depremler ise en ağır can ve mal kayıplarına yol açan afet türlerinin başında gelmektedir.

EM-DAT verilerine göre 2024 yılında dünya genelinde 393 doğal afet meydana gelmiştir. Bu olaylarda toplam 16.753 kişi hayatını kaybetmiş ve yaklaşık 242 milyar ABD doları ekonomik kayıp meydana gelmiştir. Bu afetler içerisinde iklimle ilişkili sel, fırtına, kuraklık ve aşırı sıcaklık gibi afetlerin, toplam afet sayısı ve ekonomik kayıplar açısından baskın olduğu görülmektedir. Özellikle fırtına ve kasırgalar küresel ekonomik kayıpların en büyük bölümünü oluşturmaktadır. Sadece Amerika Birleşik Devletleri'nde yaşanan büyük kasırgalar onlarca milyar dolarlık zarara yol açmıştır. Daha düşük sıklıkta gerçekleşmesine rağmen depremler, yüksek can kaybı ve ağır ekonomik sonuçlar doğuran afetler arasında öne çıkmaktadır (CRED, 2025a).

2024 yılı verileri, jeofiziksel afetlerin yıkıcılığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Japonya'da 1 Ocak 2024'te meydana gelen depremde 551 kişi hayatını kaybetmiş ve yaklaşık 15 milyar ABD doları ekonomik kayba neden olmuştur. Küresel ölçekte depremler toplam afet sayısı içinde sınırlı bir paya sahip olsa da ölüm ve ekonomik zarar açısından olay başına etkisi en yüksek afet

türlerindendir (CRED, 2025b). EM-DAT uzun dönem verileri, büyük ölçekli depremlerin (örneğin 2004 Hint Okyanusu depremi ve tsunamisi) tek bir olayda yüz binlerce can kaybına ve çok büyük ekonomik zararlara yol açabildiğini göstermektedir (CRED, 2025b). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, günümüzde afet sayısı ve toplam ekonomik kayıplar açısından iklim kökenli afetler baskın görünse de deprem gibi jeofiziksel afetlerin daha seyrek gerçekleşmesine rağmen çok daha yıkıcı sonuçlar doğurduğu ve afet risk yönetiminde kritik bir öneme sahip olduğu açıkça ortadadır. (CRED, 2025a; CRED, 2025b).

### **Deprem Kaynaklı Ekonomik Kayıplar ile İlgili Literatür**

Afetlerin neden olduğu ekonomik kayıp “doğrudan, dolaylı ya da doğrudan ve dolaylı” olarak farklı şekillerde incelenmektedir.

Ülkemizde depremlerin neden olduğu ya da olacağı ekonomik kayıp ile ilgili çalışmalar daha çok İstanbul’da yaşanacak olası bir deprem üzerine ya da 1999 Kocaeli depremi üzerine odaklanmıştır. İstanbul’da olası bir depremin ekonomik etkilerini ortaya çıkarmak amacıyla; konutların yıkılması ve ticari faaliyetlerin kesintiye uğraması nedeniyle oluşan toplam hasar maliyetinin tahmini (Kundak, 2004) ve İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri (2009) çalışması kapsamında derlenen İstanbul bina envanterinde bulunan yaklaşık 1,2 milyon binanın 2000 yılından sonra inşa edilen binalar için tasarıma esas deprem seviyesi altında yapısal hasar ve yapısal hasar kaynaklı mali kayıp tahminleri (Hancılar vd., 2019) bu çalışmalara örnek olarak gösterilebilir. Kocaeli depremi sonrası sanayinin karşılaştığı fiziki ve ekonomik kayıpların belirlenmesi için fiziksel hasar ve iş kesintisi yaşayan sanayi tesislerinden veri toplamak amacıyla yapılan anket çalışması (Durukal ve Erdik, 2008); Türkiye’nin doğusunda kentsel yapı stokuna yönelik sismik riskin belirlenmesi ve beklenen senaryolardan bazılarının gerçekleşmesi durumunda ekonomik kayıpların ve ölümlerin tahmin

edilmesi (Işık vd., 2017); Kırşehir için üç farklı deprem senaryosu kullanılarak bina hasarları, can ve mal kayıpları ile yapısal hasar kaynaklı mali kayıpların elde edilmesi (Işık vd., 2019) Türkiye için yapılan diğer çalışmalardır.

Depremlerin neden olduğu ekonomik kayıpla ilgili çalışmalardan bazıları da tahminleme üzerinedir. 12 Ocak 2010 tarihinde Haiti’de meydana gelen depremin tahmini doğrudan maliyetini değerlendirmek için basit regresyon tekniklerinin kullanılması (Cavallo vd., 2010); Çin’de 2006-2009 yılları arasında meydana gelen depremlerin yarattığı doğrudan ve dolaylı ekonomik kayıpların değerlendirilerek, yaşanan sekiz depremin derecelendirilmesi (Men ve Cui, 2012); deprem kaynaklı doğrudan ekonomik kayıpları tahmin etmek için, doğrudan bina hasarı ekonomik kayıplarına dayalı regresyon yöntemi geliştirilmesi (Zhang vd., 2021) ve İtalya’da 2009 yılında meydana gelen L’Aquila depreminin neden olduğu hasarın binaların hasar durumları üzerinden beklenen yıllık kaybın hesaplanması (Laguardia vd., 2023) gibi çalışmalar depremin neden olacağı olası ekonomik kayıplar üzerine yapılmış çalışmalardır.

### **Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Afet Analizi**

Afetlerin izlenmesi, afet anında müdahale çalışmaları ya da afet sonrası durum tespiti gibi çalışmalarda coğrafi bilgi teknolojileri güçlü bir araçtır. Çin’in Yunnan bölgesinde meydana gelen 4 deprem için izosismal zayıflama modeli, hasarlı bina modeli, ekonomik kayıp modeli ve ölüm modeli ile hızlı deprem afet değerlendirmesi sürecinin tanıtılması (Zhang vd., 2019); Çin’de depremin neden olduğu kaybın değerlendirilmesi için entegre bir çerçeve önerilmesi ve Çin Deprem Afet Kayıp Değerlendirme Sistemi olarak adlandırılan CBS tabanlı bir sistem geliştirilmesi (Zhang vd., 2021); binalar ile ilgili temel verilerin coğrafi bilgi sistemleri ile elde edilerek, deprem nedeniyle oluşan doğrudan ekonomik kaybın

tahmini için yöntem önerilmesi ve bu yöntemin Sichuan Üniversitesi Wangjiang kampüsünde uygulanması (Ge vd., 2023) gibi çalışmalarda coğrafi bilgi teknolojileri ile depremlerin etkileri değerlendirilmiştir.

## **6 Şubat Depremleri ve Çalışmanın Önemi**

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçeleri merkezli meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremler, Türkiye'de yaşanan en yıkıcı doğal afetler olarak kayda geçmiştir. “Asrın Felaketi” olarak adlandırılan bu depremler, başta Hatay olmak üzere 11 ilde çok büyük can ve mal kayıplarına yol açmıştır. Depremi ardından ortaya çıkan ekonomik tablonun net bir şekilde ortaya konması, bölgenin yeniden yapılanma stratejilerinin belirlenmesi ve gelecekteki afet yönetimi planlamaları açısından önemlidir.

Kahramanmaraş depreminde Hatay'da hasar gören bina stoku üzerinden doğrudan ekonomik kaybın hesaplandığı bu kitap bölümünde, yaşanan afet ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Hesaplamalar mahalle ölçeğine kadar inilerek detaylı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

## **Çalışmanın Amacı, Kapsamı ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile İlişkisi**

Bu çalışmanın temel amacı, 6 Şubat 2023 tarihinde merkez üssü Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçeleri olan ve sırasıyla 7,7 ile 7,6 büyüklüğünde meydana gelen depremlerin Hatay ilinde bina stokunda neden olduğu doğrudan ekonomik kaybın belirlenmesidir. Bu kapsamda, deprem kaynaklı fiziksel hasarın mekânsal olarak ortaya konması ve ekonomik sonuçlarının nicel olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Belirlenen amaç doğrultusunda çalışma kapsamında öncelikle Hatay ilindeki tüm binaları içeren konumsal veritabanı

tasarlanmıştır. Ardından, bina bazında hasar durumları mahalle ölçeğinde tespit edilerek mekânsal dağılımları haritalandırılmıştır. Elde edilen hasar verileri kullanılarak mahalle bazında doğrudan ekonomik kayıplar hesaplanmış, bu kayıpların ilçe ve il genelindeki dağılımı analiz edilerek haritalar aracılığıyla görselleştirilmiştir. Son aşamada, elde edilen bulgular web tabanlı coğrafi bilgi sistemleri uygulaması ile sunulmuştur.

Çalışma, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin 11.'si olan "Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar" ile yakından ilişkilidir. Bu amaç ile şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak hedeflenmektedir. Son yaşanan 6 Şubat Kahramanmaraş depremi, insan yerleşimlerinin güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir olmadığını çok net bir şekilde ortaya koymuştur.

İlgili Sürdürülebilir Kalkınma Hedefinin 11.5'inci maddesinde yer alan "2030'a kadar yoksulların ve kırılgan durumdaki insanların korunması temel alınarak suyla ilgili afetleri de kapsayan afetler nedeniyle küresel gayri safi yurt içi hasılayla ilgili doğrudan ekonomik kayıpların önemli oranda düşürülmesi ve ölümlerin ve etkilenen insan sayısının önemli ölçüde azaltılması" hedeflenmektedir. Bu çalışma ile deprem gibi bir afet sonucu doğrudan ekonomik kayıplar tespit edilmiş olup, sonuçların bu kayıpların azaltılması amacıyla önlem alınmasına altlık oluşturacağı düşünülmektedir.

Yine aynı amacın 11.c maddesinde belirtilen "11.c. En az gelişmiş ülkelerin finansal ve teknik yardım aracılığıyla yerel malzemeler kullanarak sürdürülebilir ve dayanıklı binalar inşa etmelerinin desteklenmesi" amacına destek olacak çalışma ile bu maddeye hizmet etmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından paylaşılan hasar tespit verileri ile Ulusal Adres Veritabanı

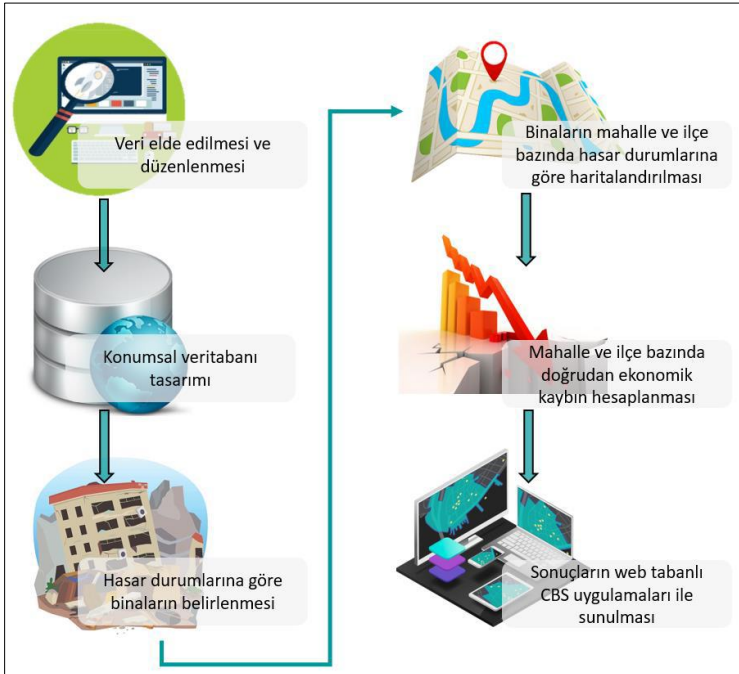
(UAVT) verileri entegre edilerek Hatay ilindeki bina bazlı hasar durumları mekânsal olarak ortaya konmuştur. Hasar sınıfının neden olduğu doğrudan mali yük, yapı yaklaşık birim maliyetleri üzerinden hesaplanmıştır.

## Veri Seti ve Yöntem

Çalışmada, 6 Şubat 2023 depremlerinin Hatay ilindeki binalar üzerindeki etkilerini ve bu etkilerin yarattığı doğrudan ekonomik kaybı belirlemek amacıyla farklı kaynaklardan temin edilen verilerden yararlanılmıştır. Analiz süreci; verilerin temini, konumsal veritabanı tasarımı ve ekonomik kayıp hesaplama olmak üzere üç temel aşamadan oluşmaktadır.

Çalışmanın yöntemine ait akış şeması Şekil 1’de verilmiştir.

*Şekil 1 Doğrudan ekonomik kaybın belirlenmesine yönelik yöntem akış şeması*



## **Veri Temini ve Düzenleme**

Hatay ilinde 6 Şubat Kahramanmaraş depremi nedeniyle doğrudan ekonomik kaybın hesaplanmasında kullanılan binaların hasar durumuna ait veriler Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın Hasar Tespit Sorgulama ([hasartespit.csb.gov.tr](http://hasartespit.csb.gov.tr)) uygulamasından elde edilmiştir. Hasar tespit sorgulama ekranından il, ilçe ve mahalle bilgileri girilerek binanın hasar durumu öğrenilebilmektedir. Hatay ilinin toplam 599 mahalle bulunmaktadır (Hatay Valiliği, 2025). Çalışma kapsamında 15 ilçedeki toplam 594 mahallenin tüm yapı stokunun hasar durumları sorgulanmış, yaklaşık 343.231 adet binanın hasar durumlarına ait bilgileri elde edilmiştir.

İldeki binaların konumları ve geometrik şekilleri vektör veri (poligon) formatında temin edilerek coğrafi bilgi sistemleri yazılımına aktarılmıştır.

Verilerin konumsal veritabanında gösterimi ve hesaplamalarda kullanılabilmesi için gerekli veri düzenleme işlemleri yapılarak, analiz ve sorgulamalara uygun hale getirilmiştir.

## **Konumsal Veritabanı Tasarımı**

Konumsal veritabanı, konumsal verilerin depolandığı, birbirleri ile ilişkilerinin tanımlandığı, sorgulandığı, işlendiği ve güncellendiği, amaca uygun olarak düzenlenmiş, konumsal veri ve onlarla ilişkili öznitelik verisi topluluğudur (Uyguçgil, 2017).

Hatay ilindeki tüm binaları gösteren konumsal veritabanı üzerinden, konuma ve öznitelik verilerine bağlı sorgulamalar ile il, ilçe ve mahalle bazında; tüm binaların hasar durumunu gösteren haritalar oluşturulmuştur. Tasarlanan konumsal veritabanı ile doğrudan ekonomik kaybın hesaplanması için altlık oluşturulmuştur.

## **Ekonomik Kaybın Hesaplanması**

Afetlerin ekonomik etkisi, bilgi mevcut olduğunda genellikle yerel ekonomi üzerindeki doğrudan sonuçlardan (altyapı, ürünler, konutlar üzerindeki hasar) ve dolaylı sonuçlardan (gelir kaybı, işsizlik, piyasa istikrarsızlığı) oluşur (Cavallo vd., 2010).

Birleşmiş Milletler Afet Riski Azaltma Ofisinin SENDAI çerçevesi tanımına göre afet sonucu ortaya çıkan ekonomik etki doğrudan ve dolaylı ekonomik kayıptan oluşur. Doğrudan ekonomik kayıp, afetten etkilenen bölgede var olan fiziksel varlıkların tamamen veya kısmen yok olmasının parasal değeridir ve yaklaşık olarak fiziksel hasara eşdeğerdir. Dolaylı ekonomik kayıp ise doğrudan ekonomik kayıp ve/veya insani ve çevresel etkilerin bir sonucu olarak ekonomik katma değerdeki düşüş olarak tanımlanır. Doğrudan ekonomik kaybın hesaplanmasında kullanılan fiziksel varlıklar; evler, okullar, hastaneler, ticari ve resmi binalar, ulaşım, enerji, telekomünikasyon altyapıları ve diğer altyapılar, ticari varlıklar ve endüstriyel tesisler; mahsuller, hayvancılık ve üretim altyapısı ve çevresel varlıkları ve kültürel mirası da kapsayabilir. Doğrudan ekonomik kayıplar genellikle olay sırasında veya olaydan sonraki ilk birkaç saat içinde meydana gelir ve olaydan hemen sonra, kurtarma maliyetini tahmin etmek ve sigorta ödemelerini talep etmek için kullanılır. Bu kayıplar somuttur ve ölçülmesi nispeten kolaydır (UNDRR, 2017).

Çalışmada, Kahramanmaraş depreminin Hatay ilinin bina stoku üzerinde neden olduğu doğrudan ekonomik kayıp hesaplanmıştır. Doğrudan ekonomik kaybın hesaplanmasında; bina stoku, hasar durumlarına göre bina sayısı, binaların kat sayısı, ortalama hanehalkı büyüklüğü, bir hanenin ortalama kaç metrekareden oluştuğu, 2024 yılına ait Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılan Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri ile depremin yapı stoku üzerinde yarattığı doğrudan ekonomik kayıp belirlenmiştir.

## **Bulgular**

Çalışmanın bulgular bölümünde, öncelikle hasar verilerinin düzenlenmesi ve analiz sürecine uygun hale getirilmesi ele alınmıştır. Ardından konumsal veritabanı tasarımı çerçevesinde bina bazlı hasar durumları mekânsal olarak değerlendirilmiş ve doğrudan ekonomik kayıp hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar mahalle, ilçe ve il ölçeğinde analiz edilerek haritalar ve tablolar aracılığıyla sunulmuştur. Son aşamada ise hesaplanan ekonomik kayıplar web tabanlı CBS uygulamasına entegre edilerek mekânsal sorgulama ve görselleştirme imkânı sağlanmıştır.

### **Veri Temini ve Düzenleme ile İlgili Bulgular**

Çalışma kapsamında deprem sonrası binalarda meydana gelen ekonomik kaybın hesaplanması için farklı kaynaklardan temin edilen veriler işlenmiş ve entegre edilmiştir. İlk olarak, Hatay ilinin tüm ilçe ve mahallelerindeki binaların hasar durumları, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na ait Hasar Tespit Sorgulama sayfası üzerinden alınarak düzenlenmiştir (<https://hasartespit.csb.gov.tr/>). Bu veriler, bina bazlı ekonomik kayıpların hesaplanmasına temel oluşturmuştur. Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan Ulusal Adres Veritabanı (UAVT) üzerinden ilçe, mahalle ve yapı kimlik numaralarına ilişkin veriler resmi yazı ile talep edilerek, bu bilgiler diğer konumsal ve öznitelik verileri ile uyumlu hale getirilmiştir. İldeki bina stoku <https://bulutkbs.gov.tr/> platformunda yer alan vektör veri formatındaki bilgiler ile Humanitarian OpenStreetMap Team tarafından deprem sonrası yayımlanan bina verilerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Harita Genel Müdürlüğü'nden il ve ilçe sınırlarına ilişkin veriler temin edilerek konumsal analizler için veri seti oluşturulmuştur. Tüm veriler, farklı format ve kaynaklardan sağlanmış olup veri düzenleme ve konumsal veri

işleme yöntemleri kullanılarak konumsal veritabanına aktarılma aşamasına getirilmiştir.

### **Konumsal Veritabanı Tasarımı ile İlgili Bulgular**

Deprem sonrası ekonomik kayıp analizi ve diğer konumsal analizlerin yapılabilmesi için konumsal veritabanı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Farklı kaynaklardan elde edilen vektör tabanlı konumsal veriler, yine çeşitli kaynaklardan elde edilen öznitelik verileri ile birleştirilerek gerekli konumsal nesne tabloları (feature class) hazırlanmıştır. Konumsal veritabanında il, ilçe, mahalle ve bina konumsal nesne tabloları oluşturulmuştur. Oluşturulan konumsal nesneler için benzersiz (unique) kodlar Ulusal Adres Veritabanı (UAVT) platformunda kullanılan kodlardır. Çalışma kapsamında oluşturulan konumsal nesne tablolarına ilişkin detaylar aşağıda verilmiştir.

#### **Bina Konumsal Nesne Tablosu (Feature Class)**

- Çalışmaya konu olan binalar, poligon geometrisiyle temsil edilmiştir. Binalar için konumsal referans (UTM Zone37-WGS84) metrik olup konumsal veritabanı tarafından otomatik olarak hesaplanan poligon alanı (Shape\_Area) bina yapım maliyeti hesabı için binalarının taban alanı olarak kullanılmıştır.
- Bina geometrileri ve kat adedi, yapı kimlik numarası, varsa bina adı vb. öznitelik verileri <https://bulutkbs.gov.tr/> internet sitesinden elde edilmiştir. Bina geometrileri ayrıca Humanitarian OpenStreetMap Team tarafından deprem sonrası yayımlanan veriler ile kontrol edilip eksikleri giderilmeye çalışılmıştır.
- Her binanın Yapı Kimlik No'su (UAVT Kodu) konumsal veritabanı bina konumsal nesne tablosunda benzersiz (unique) 10 haneli YAPI\_KIMLIK\_NO olarak

kullanılmıştır. Böylece Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı internet sayfasında (<https://hasartespit.csb.gov.tr/>) ilan edilen elde edilen hasar durumu kayıtları ile bina geometrileri eşleştirilebilmiştir.

- Bina konumsal nesne tablosunda binanın hangi mahalle sınırlarında olduğunu öznitelik sorgusu ile erişilebilmesi adına UAVT Mahalle Kodu (MAHALLE\_ID), Mahalle Adı ve benzer şekilde UAVT ilçe kodu (ILCE\_ID), il plaka numaraları (IL\_PLAKA) veri alanları oluşturulmuştur.
- Binanın özelliklerine bağlı olarak yeniden yapım maliyetleri için birim m<sup>2</sup> maliyetleri “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2024 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ”inden elde edilmiştir. Bina hasar durumu, bina taban alanı ve kat adedi, bina kapalı m<sup>2</sup> alanı ve yeniden yapım maliyetleri kullanılarak hesaplanan deprem sonrası binalarda oluşan maddi kayıp EKONOMİK\_KAYIP veri alanında depolanmıştır.
- Bina Konumsal Nesne Tablosu için konumsal referansın yanı sıra öznitelik verilerine bağlı sorulama yapılabilmesi amacıyla Mahalle Konumsal Nesne Tablosu ile birden-çoğa (many to one) tablolar arası ilişki kurulmuştur.

### **Mahalle Konumsal Nesne Tablosu**

- Hatay’ın mahalle sınırları, <https://atlasbig.com.tr/hatayin-mahalleleri> internet sayfasından ilçeler bazında indirilip poligon geometrisinde oluşturulmuştur. İlçe bazında indirilen mahalle sınırları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)

verileri ile karşılaştırılarak güncellenmiştir. Mahalle konumsal nesne tablosu için konumsal referans UTM Zone37-WGS84 kullanılmıştır. Çalışma kapsamında bütün katmanların ortak konumsal referansa sahip olmasına dikkat edilmiştir.

- Farklı kaynaklardan elde edilen mahalle verilerinin mahalle konumsal nesne tablosu altında birleştirilebilmesi adına her mahalle poligonu için TÜİK verilerinde kullanılan mahalle kodu (UAVT kodu) kullanılmıştır. UAVT mahalle kodları tüm Türkiye geneli için benzersiz ve tektir. Bu kodlar sayesinde, aynı ada sahip mahalleler karıştırılmadan çeşitli kaynaklardan elde edilen veriler mahalle konumsal nesne tablosu altında toplanmıştır.
- Mahalle konumsal nesne tablosunda mahallenin hangi ilçe, hangi il sınırları içinde olduğunu öznitelik sorgusu ile erişilebilmesi adına UAVT İlçe Kodu (ILCE\_ID) ve il plaka numaraları (IL\_PLAKA) veri alanları oluşturulmuştur.
- Mahalle konumsal nesne tablosunda bina verileri ile hesaplanan yeniden yapım maliyeti ve ekonomik kayıp verileri, mahalle içindeki hasar görmüş tüm binaların toplamaları elde edilerek mahalle için YENIDEN\_YAPIM\_MALİYETİ ve EKONOMİK\_KAYIP veri alanlarına aktarılmıştır.
- Mahalle Konumsal Nesne Tablosu için konumsal referansın yanı sıra öznitelik verilerine bağlı sorulama yapılabilmesi amacıyla İlçe Konumsal Nesne Tablosu ile birden-çoğa (many to one) tablolar arası ilişki kurulmuştur.

## **İlçe Konumsal Nesne Tablosu**

- Harita Genel Müdürlüğü (HGM) internet sayfasında paylaşılan Türkiye geneli ilçe sınır çizgileri kullanılarak Hatay ilinin ilçe poligonları oluşturulmuştur. İlçe konumsal nesne tablosu içinde ilçe poligonları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verileri ile karşılaştırılarak kontrol edilmiştir. İlçe konumsal nesne tablosu için konumsal referans UTM Zone37-WGS84 kullanılmıştır.
- Farklı kaynaklardan elde edilen ilçe verilerinin İlçe Konumsal Nesne Tablosu altında birleştirilebilmesi için her ilçe poligonu için UAVT ilçe kodu kullanılmıştır.
- İlçe konumsal nesne tablosunda ilçenin hangi ile bağlı olduğuna öznitelik sorgusu ile erişilebilmesi adına il plaka numaraları (IL\_PLAKA) veri alanları oluşturulmuştur.
- İlçe konumsal nesne tablosunda mahallerin yeniden yapım ve ekonomik kayıpları toplanarak ilçeler için YENIDEN\_YAPIM\_MALİYETİ ve EKONOMİK\_KAYIP veri alanlarına aktarılmıştır.
- İlçe Konumsal Nesne Tablosu için konumsal referansın yanı sıra öznitelik verilerine bağlı sorgulama yapılabilmesi amacıyla İl Konumsal Nesne Tablosu ile birden-çoğa (many to one) tablolar arası ilişki kurulmuştur.

## **İl Konumsal Nesne Tablosu**

- Harita Genel Müdürlüğü (HGM) internet sayfasında paylaşılan Türkiye geneli il sınır çizgileri kullanılarak Hatay ili sınırı poligon geometrisinde oluşturulmuştur. İl konumsal nesne tablosu için konumsal referans UTM Zone37-WGS84 kullanılmıştır.

- İl Konumsal Nesne Tablosu Hatay il poligonuna benzersiz veri alanı için UAVT il plaka kodu kullanılmıştır.
- İl konumsal nesne tablosunda ilçeler için yeniden yapım ve ekonomik kayıp verileri toplanmış ve Hatay İli için toplam değerler YENIDEN\_YAPIM\_MALİYETİ ve EKONOMİK\_KAYIP veri alanlarına aktarılmıştır.
- İlçe Konumsal Nesne Tablosu için konumsal referansın yanı sıra öznitelik verilerine bağlı sorulama yapılabilmesi amacıyla İl Konumsal Nesne Tablosu ile birden-çoğa (many to one) tablolar arası ilişki kurulmuştur.

### **Topolojik Düzeltmeler**

Çalışma kapsamında konumsal verilerin doğru ve analiz edilebilir hale gelmesi için topolojik hatalar tespit edilip giderilmiştir. Topolojik düzeltmeler için:

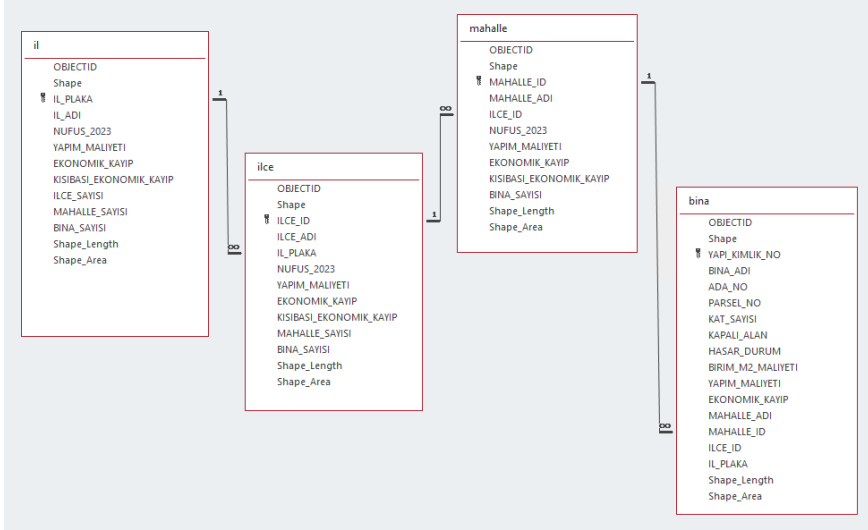
- İl, ilçe ve mahalle sınırlarının çakışma ve boşluk hatalarının düzeltilmesi,
- Topoloji kurallarına uymayan il, ilçe, mahalle ve bina poligonlarının geometri hatalarının giderilmesi,

işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada tasarlanan konumsal veritabanı ilişkisel bir yapıya sahiptir. Konumsal veritabanı nesnelerin geometrik ve konumsal verilerini ve öznitelik verileri ile ilişkili olarak depolamaktadır. Çalışma kapsamında tasarlanan konumsal veritabanında; il, ilçe, mahalle ve bina konumsal nesne tabloları oluşturulmuştur. Konumsal nesne tabloları topolojik kurallar çerçevesinde konumsal nesneler arasındaki yakınlık, komşuluk ve bitişiklik ilkeleri bağlamında konumsal ilişkileri barındırmaktadır. Ayrıca konumsal veritabanı yapısının ilişkisel veritabanı olması yardımı ile tablolar

arasında ilişkiler kurulmuştur. Tasarlanan konumsal veritabanı veri modeli Şekil 2’de gösterilmiştir.

*Şekil 2 Konumsal veritabanı (geodatabase) tasarımı*



## **Ekonomik Kaybın Hesaplanması ile İlgili Bulgular**

Ekonomik kaybın hesaplanmasında ilk olarak depremler sonucunda binaların hasar durumları belirlenmiştir. Ardından binaların yeniden yapım maliyetleri hesaplanmıştır. Yeniden yapım maliyetleri üzerinden yerine koyma ya da onarım maliyet oranları hesaplanarak binalar bazında deprem kaynaklı ekonomik kayıplar elde edilmiştir.

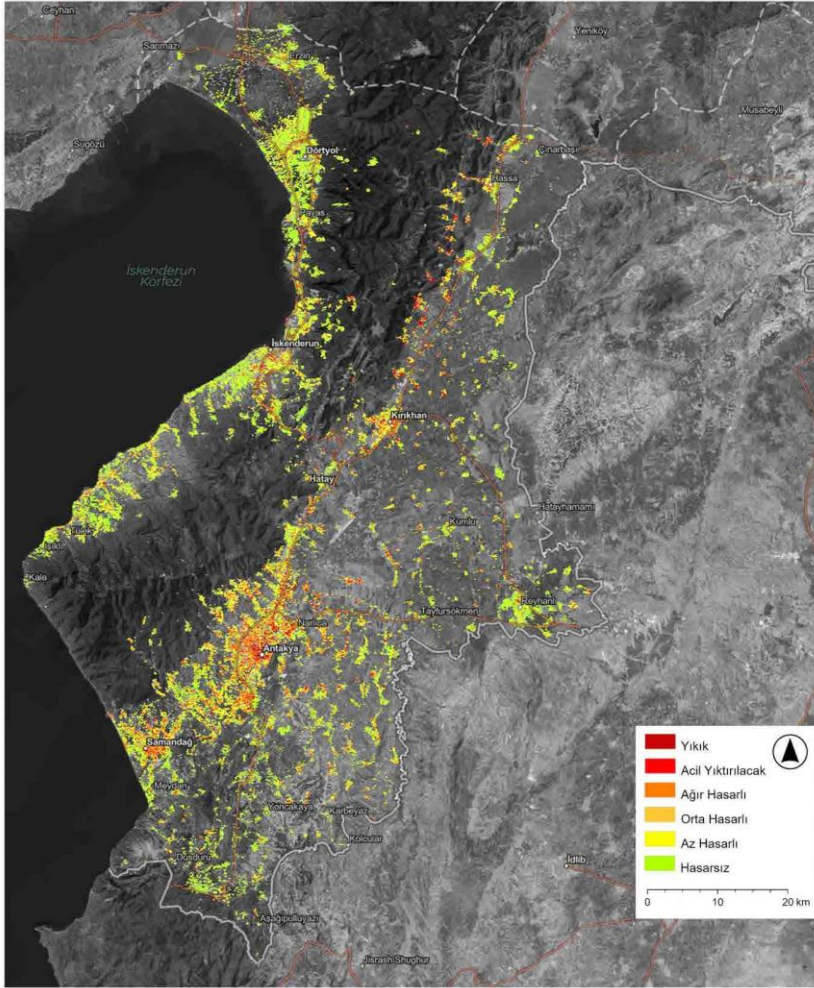
Bina yapım maliyetini hesaplayabilmek için her binanın taban alanı ve kat adedine bağlı olarak toplam bina kapalı alanının bilinmesi gerekmektedir. Bina poligonları UTM (Universal Transverse Mercator) Zone 37 ve WGS84 (World Geodetic System 1984) konumsal referans sisteminde metrik olarak oluşturulmuştur. Bu özellik yardımı ile konumsal veritabanına aktarılan bütün poligonların alanı konumsal veritabanı tarafından otomatik olarak hesaplanarak Shape\_Area veri alanı içinde oluşturulmuştur. Böylece

her binanın taban alanı belirlenmiştir. Taban alanları kat yükseklikleri ile çarpılarak binaların m<sup>2</sup> cinsinden toplam kapalı alanları (inşaat alanı) elde edilmiştir.

Bina toplam kapalı alan verileri, binaların yeniden yapım maliyetlerinin belirlenmesinde girdi olarak kullanılmıştır. Yeniden yapım maliyetleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının, 2024 yılının Şubat ayında çıkardığı 2024/1 “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2024 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ”i esas alınarak hesaplanmıştır. Veri kaynaklarından, bina türleri ile ilgili bilgi edinilemediğinden tüm binalar konut olarak kabul edilmiştir. Bu varsayım altında tebliğde belirtilen yapı yaklaşık birim maliyetleri dikkate alınarak kat yüksekliklerine göre yeniden yapım maliyeti hesaplanmıştır.

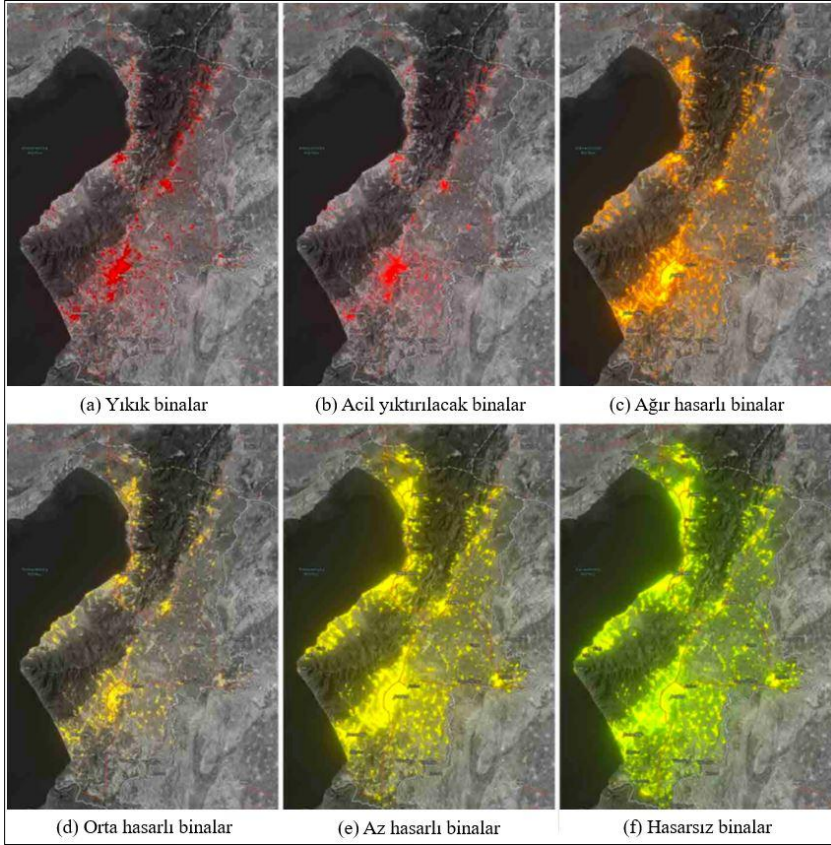
Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı internet sayfasında (<https://hasartespit.csb.gov.tr/>) ilan edilen elde edilen hasar durumu kayıtları ile bina geometrileri eşleştirilmiştir. Bu çerçevede Hatay il sınırlarında 6 Şubat depremlerinden hasar gören binalar hasar durumuna göre haritalandırılmıştır. İl genelindeki tüm binaların hasar durumlarını gösteren harita Şekil 3’te gösterilmiştir.

*Şekil 3 Hatay ili bina hasar durumlarının mekânsal dağılım haritası*



6 Şubat depremlerinin ardından Hatay ilindeki binalarda yapılan hasar tespit çalışmaları, depremin yapı stokunda oluşturduğu hasarın boyutunu ortaya koymaktadır. Toplamda 343.231 adet bina incelenmiş ve bu binalar hasar durumlarına göre kategorilere ayrılmıştır. Şekil 4'te binaların hasar durumlarına göre dağılımı gösterilmiştir.

*Şekil 4 Hasar durumlarına göre binaların dağılımı*



Deprem sonrası hasar durumlarına göre binalara ilişkin bilgiler aşağıda özetlenmiştir:

- Yıkık binalar: Deprem nedeniyle tamamen yıkılmış olan bina sayısı 11.326 olarak belirlenmiştir. Bu binalar, depremin şiddeti ve yapıların dayanıklılık eksiklikleri nedeniyle kullanılamaz hale gelmiştir ve en ağır kayıp grubunu temsil etmektedir (Şekil 4a).
- Acil yıktırılacak binalar: Depremde büyük ölçüde zarar gören ve çevreye yönelik tehdit oluşturduğu için hızlı bir şekilde yıkılması gereken bina sayısı 6.928 olarak tespit

edilmiştir. Bu binalar, özellikle güvenlik riski oluşturmaları nedeniyle öncelikli müdahale edilmesi gereken binalardır (Şekil 4b).

- Ağır hasarlı binalar: Yapısal unsurlarında ciddi hasar bulunan ve kullanılması can ve mal güvenliği açısından tehlikeli olan bina sayısı 58.704'tür. Bu binaların yeniden inşası ya da kapsamlı bir şekilde onarılması gerekmektedir (Şekil 4c).
- Orta hasarlı binalar: Yapısal olarak daha az etkilenmiş ancak kullanım öncesinde güçlendirme veya onarım gereksinimi bulunan bina sayısı 11.318'dir. Bu kategori, orta derecede müdahalelerle tekrar kullanılabilir hale gelebilecek binaları kapsamaktadır (Şekil 4d).
- Az hasarlı binalar: Depremden kaynaklanan yüzeysel veya küçük ölçekli hasarların bulunduğu ancak yapısal güvenlik açısından ciddi bir tehdit içermeyen bina sayısı 89.810'dur. Bu binalar, genellikle daha az maliyetli onarımlar sonrası kullanıma uygun hale getirilebilir (Şekil 4e).
- Hasarsız binalar: Depremi herhangi bir yapısal hasara yol açmadığı ve güvenle kullanılabilir durumda olan bina sayısı 136.146'dır. Bu kategori, yapıların dayanıklılık açısından nispeten daha iyi bir durumda olduğunu göstermektedir (Şekil 4f).
- Değerlendirme dışı binalar: Hasar tespiti çalışmaları sırasında farklı nedenlerden dolayı değerlendirme kapsamına alınamayan bina sayısı 9.849 olarak kaydedilmiştir.

- Tespit yapılamayan binalar: Hasar tespiti çalışmaları sırasında çeşitli nedenlerle incelenemeyen bina sayısı 2.782'dir.
- Girilemeyen binalar: Hasar tespiti çalışmaları sırasında girilemeyen ve hasar durumu tespit edilemeyen bina sayısı 3.015'tir. Bu binalara, yıkıntılar veya çevresel koşullar nedeniyle erişilemediği düşünülmektedir.
- Belirtilmemiş binalar: Deprem sonrası yapılan incelemeler sırasında bilgi eksikliği nedeniyle durumları belirlenemeyen bina sayısı 13.353'tür.

Çalışma kapsamında bir şekilde hasar durumu verisi bulunmayan “Değerlendirme dışı”, “Tespit yapılamayan”, “Girilemeyen” ve “Belirtilmemiş” binalar, ortak kategoride gruplandırılarak “Bilgi yok” olarak adlandırılmıştır. Doğal olarak “Hasarsız binalar” kategorisinde ekonomik kayıp hesaplanmamıştır. Benzer şekilde “Bilgi yok” olarak adlandırılan grup için ekonomik kayıp hesaplamaları yapılmamıştır.

Veriler, Hatay'da yapı stokunun depremde ne ölçüde etkilendiğini ve yeniden yapılanma sürecinin hangi kapsamda ele alınması gerektiğini göstermektedir. Özellikle yıkık ve ağır hasarlı binaların sayısının fazla olması, bölgede dayanıklı yapılaşma ve afet yönetimi stratejilerinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Tablo 1’de il genelinde binaların hasar durumlarına göre toplam ekonomik kayıp verilmiştir.

*Tablo 1 İl geneli bina hasar durumları ve ekonomik kayıplar*

| Hasar durumu               |           | Bina sayısı | Ekonomik kayıp (TL) |
|----------------------------|-----------|-------------|---------------------|
| Yıkık                      |           | 11.326      | 71.599.741.037,78   |
| Acil yıktırılacak          |           | 6.928       | 58.178.535.863,03   |
| Ağır hasarlı               |           | 58.704      | 168.921.397.315,97  |
| Orta hasarlı               |           | 11.318      | 17.365.478.977,52   |
| Az hasarlı                 |           | 89.810      | 49.439.944.845,27   |
| Hasarsız                   |           | 136.146     | -                   |
| Değerlendirme dışı (9.849) | Bilgi yok | 28.999      | -                   |
| Tespit yapılamayan (2.782) |           |             | -                   |
| Girilemeyen (3.015)        |           |             | -                   |
| Belirtilmemiş (13.353)     |           |             | 365.505.098.039,57  |
| TOPLAM                     |           | 343.231     | 365.505.098.039,57  |

Tablo 1’de Hatay genelinde bina stokunda meydana gelen toplam ekonomik kayıp bina sayılarıyla birlikte verilmiştir. 11.326 bina tamamen yıkılmış olup, bu binalardan kaynaklanan toplam ekonomik kayıp yaklaşık 71,6 milyar TL’dir. 6.928 bina ciddi yapısal zarar görmüş ve acil olarak yıkılması gerekmektedir. Bu grupta yer alan binaların toplam kaybı 58,2 milyar TL’dir. 58.704 bina ağır hasar görmüş ve kullanılamaz hale gelmiştir. Bu kategorideki ekonomik kayıp 168,9 milyar TL ile toplam maliyetin yaklaşık %46,2’sini oluşturmaktadır. 11.318 bina orta derecede zarar görmüş olup, toplam kayıp 17,4 milyar TL’dir. 89.810 bina az hasar almış ve bu binalardan kaynaklanan ekonomik kayıp 49,4 milyar TL olarak hesaplanmıştır. 136.146 bina hasar görmemiştir. Bu yapılardan kaynaklı ekonomik kayıp meydana gelmemiştir.

Değerlendirme yapılamayan veya eksik bilgiden dolayı hasar durumu belirlenemeyen toplam 28.999 bina bulunmaktadır. Bu binaların 9.849 tanesi değerlendirme dışı, 2.782 bina tespit edilememiş, 3.015 binaya giriş yapılamamış ve 13.353 binanın durumu ise belirtilmemiştir.

Depremlerden hasar gören toplam bina sayısı 178.086'dır. Bu açıdan bakıldığında toplam yapı stokunun %51.88'i zarar görmüştür. Hatay ilinin ilçeleri bazında hesaplanan toplam ekonomik kayıplar aşağıda detaylandırılmıştır:

- Yaklaşık 161.6 milyar TL ile en yüksek ekonomik kaybı yaşayan ilçe Antakya'dır. Aynı zamanda 47.984 hasar gören bina ile en fazla etkilenen bina sayısına sahiptir. Bu durum Antakya'nın hem nüfus yoğunluğu hem de yapı stokunun durumu nedeniyle depremin etkisini güçlü bir şekilde hissettiğini göstermektedir.
- Defne, 45.1 milyar TL ekonomik kayıpla ikinci sıradadır ve depremde Defne'de 16.415 bina hasar görmüştür. Defne ilçesinin konut yoğunluğunun fazla olması, bu kayıpların boyutunu artırmıştır. İskenderun ilçesine göre Defne'de hasar gören toplam bina sayısı az olmasına rağmen ağır hasar gören binaların fazla olması ekonomik kayıp miktarı açısından Defne'yi ikinci sıraya getirmiştir.
- İskenderun, 38.1 milyar TL ile üçüncü sıradadır ve 19.662 bina etkilenmiştir.
- Kumlu, 1.2 milyar TL ile en düşük ekonomik kaybı yaşayan ilçedir ve depremde 1.671 bina hasar görmüştür.
- Yayladağı 1.9 milyar TL ekonomik kayıp ile nispeten daha az etkilenmiş bir diğer ilçedir. Bu durum ilçenin yapı stokunun görece az olması ya da depremin bu bölgede daha sınırlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

Antakya, Defne, İskenderun gibi büyük ilçe merkezleri bina yoğunluğu fazla olması nedeniyle en fazla ekonomik kayıp bu ilçelerde yaşanmıştır. Kumlu, Yayladağı, Erzin gibi küçük ve kırsal ilçelerde daha az yapılaşma ve farklı coğrafi faktörler nedeniyle bu

ilçelerdeki ekonomik kayıplar ve hasar gören bina sayısı nispeten daha düşüktür.

Binaların hasar durumuna göre yeniden yapım maliyetleri hesaplanırken Avrupa Makrosismik Ölçeği 1998 (European Macroseismic Scale 1998-EMS-98) kullanılmıştır. EMS-98 Sınıflandırmasına göre betonarme yapılarda hasar sınıflandırması 5 seviyeden oluşmaktadır (Grünthal, 1998). Tablo 2’de EMS-98 ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı hasar tespit uygulamasındaki hasar tanımları verilmiştir.

*Tablo 2 EMS-98 sınıflandırması ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Hasar Tespit uygulamasındaki karşılıkları*

| EMS-98 Sınıflandırması |                                                                                                                                                                                                                                                                           | CSB hasar tespit uygulamasındaki tanımlar |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sınıf                  | Tanım                                                                                                                                                                                                                                                                     | Hasar sınıfı                              | Tanım                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 1. Sınıf               | Önemsiz ile hafif hasar (yapısal hasar yok, hafif yapısal olmayan hasar)<br><i>Çerçeve elemanlarının üzerindeki sıvada veya tabandaki duvarlarda ince çatlaklar. Bölmelerde ve dolgularda ince çatlaklar.</i>                                                             | Hafif hasarlı binalar                     | Deprem nedeniyle binanın boyasında, sıvalarında ve duvarlarında oluşan ince çatlaklar ile duvarlardan düşen sıvaların olduğu binalardır. (Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez.) Binanın kullanılmasında bir sakınca yoktur.                                                                                                 |
| 2. Sınıf               | Orta hasar (hafif yapısal hasar, orta yapısal olmayan hasar)<br><i>Çerçevelerin kolon ve kirişlerinde ve yapısal duvarlarda çatlaklar. Bölme ve dolgu duvarlarında çatlaklar; kırılan kaplama ve sıvanın düşmesi. Duvar panellerinin birleşim yerlerinden düşen harç.</i> | Orta hasarlı binalar                      | Deprem nedeniyle binanın duvarlarındaki yarıklar ile taşıyıcı elemanlardaki ince çatlakların olduğu binalardır. Depremden önce oluşan binadaki hasarlar ve kusurlar değerlendirilmez. "Orta" hasarlı yapıda taşıma gücündeki azalma giderilmeden (yapı onarılmadan) ya da güçlendirilmeden yapı kullanılmamalıdır. Eşyaların tahliyesi gerçekleştirilebilir. |

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Sınıf | Önemli ila ağır hasar (orta yapısal hasar, ağır yapısal olmayan hasar)<br><i>Çerçevelerin tabandaki ve birleştirilmiş duvarların birleşim yerlerindeki kolon ve kiriş kolon birleşim yerlerinde çatlaklar. Beton kaplamanın dökülmesi, takviyeli çubukların burkulması. Bölme ve dolgu duvarlarında büyük çatlaklar, tek tek dolgu panellerinin bozulması.</i> | Ağır hasarlı binalar   | Deprem nedeniyle binanın taşıyıcı elemanlarındaki geniş ve yaygın kesme kırılmalarının / ayrılmalarının olduğu binalardır. "Ağır" hasarlı yapıların onarılmaz taşıma gücü kaybı ve geri (dayanım ve ekonomik açısından) alınamaz hasarları olan binalar olarak tanımlanır. |
| 4. Sınıf | Çok ağır hasar (ağır yapısal hasar, çok ağır yapısal olmayan hasar)<br><i>Betonun basınç arızası ve donatıların kırılması ile yapısal elemanlarda büyük çatlaklar; kiriş takviyeli çubukların bağ arızası; kolonların eğilmesi. Birkaç kolonun veya tek bir üst katın çökmesi.</i>                                                                             | Acil Yıkılacak Binalar | Deprem nedeniyle binanın taşıyıcı elemanlarının büyük oranda kalıcı yer değiştirerek kısmen veya tamamen yıkıldığı binalardır. Hiçbir şekilde kullanılması mümkün olmayan bu binaların içine girilemez ve eşyaların tahliyesi gerçekleştirilemez.                          |
| 5. Sınıf | Yıkım (çok ağır yapısal hasar)<br><i>Binaların zemin katının veya parçalarının (örneğin kanatların) çökmesi.</i>                                                                                                                                                                                                                                               | Yıkık                  | Tamamen yıkılmış.                                                                                                                                                                                                                                                          |

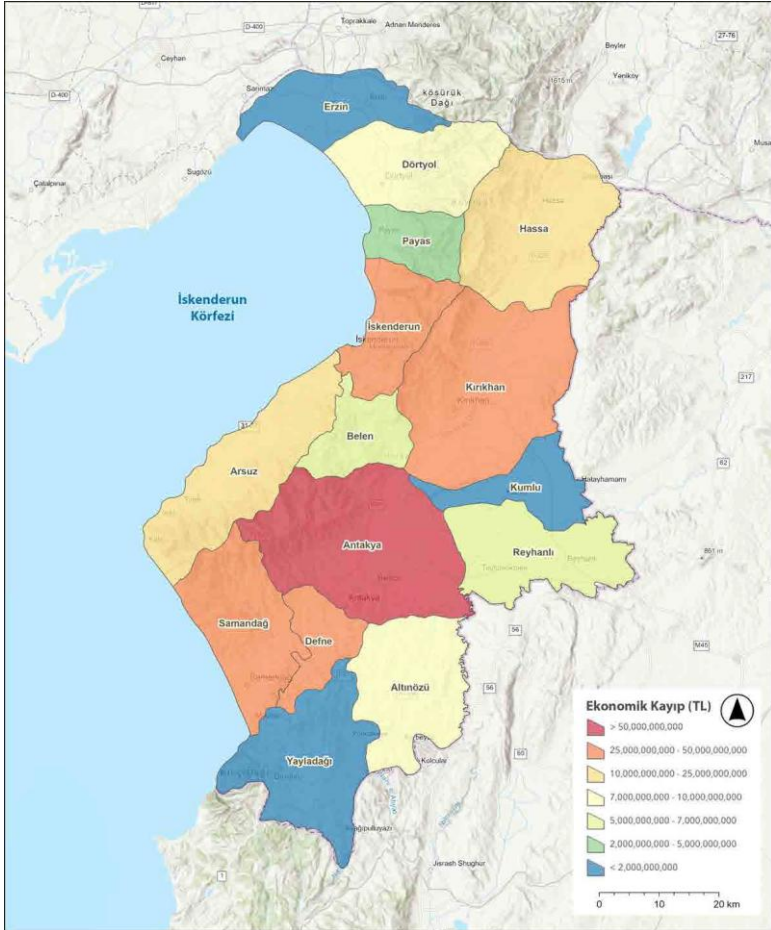
Deprem sonucu binalarda meydana gelen ekonomik kayıp, EMS-98 sınıflandırmasına göre farklı hasar seviyeleri için farklı yerine koyma maliyet oranları ile hesaplanmıştır (Durukal vd., 2006).

Çalışma kapsamında kullanılan yerine koyma maliyet oranları şu şekildedir (Durukal vd., 2006):

- Az hasarlı binalar için %10
- Orta hasarlı binalar için %20
- Ağır hasarlı binalar için %40
- Acil yıktırılacak binalar için %90
- Yıkık binalar için %100

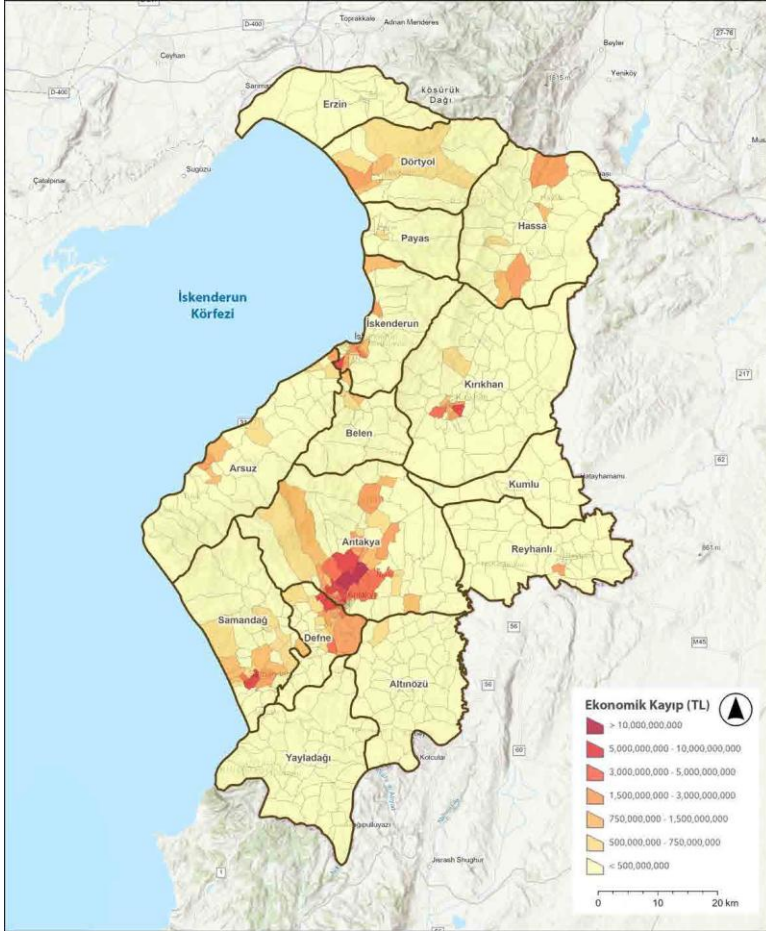
Şekil 5'te ilçeler bazında hesaplanan ekonomik kayıp haritası verilmiştir.

*Şekil 5 İlçe bazlı ekonomik kayıp haritası*



Şekil 6'da ise Hatay ilinin mahalleri bazında hesaplanan ekonomik kayıp haritası yer almaktadır.

*Şekil 6 Mahalle bazlı ekonomik kayıp haritası*



## **Sonuçların Web Tabanlı CBS Uygulaması ile Sunulmasına Yönelik Bulgular**

Çalışmanın sonuçları, ArcGIS Online platformunun Experience Builder adlı web uygulaması kullanılarak, görselleştirilmiş ve kullanıma sunulmuştur.

Web tabanlı CBS uygulaması için yapılan çalışmalar şu şekildedir:

- Veri hazırlığı ve entegrasyonu: Elde edilen sonuçlar, uygun formata getirilerek ArcGIS Online platformuna aktarılmıştır.
- Experience Builder tasarımı: Çalışmanın sonuçları anlaşılır bir tasarım ile sunulmuştur. Harita tabanlı verilerin yanı sıra, grafikler, tablolar ve diğer görsel bileşenler kullanılmıştır.

Sonuç olarak;

Experience Builder ile çalışma sonuçları görsel ve anlaşılır bir şekilde sunulmuştur.

- Experience Builder, çalışma çıktılarının etkin bir şekilde sunulmasına olanak tanımıştır.
- Verilerin görselleştirmesi, çalışma bulgularının daha etkili bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır.

ArcGIS Online'ın bir web uygulaması olan Experience Builder ile çalışma sonuçlarının web tabanlı CBS uygulamaları üzerinden sunulması hem veri analiz süreçlerini kolaylaştırmış hem de kullanıcıların bilgiye hızlı ve etkili bir şekilde erişimini sağlamıştır. Web uygulamasına aşağıdaki link ile erişim sağlanmaktadır:

<https://experience.arcgis.com/experience/6fa5321ac2c5463d8398f1eea4473391/>

## **Sonuç**

6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremler, yerleşim alanlarının yapısal özellikleri ile afet risk yönetimi arasındaki ilişkinin önemini açık biçimde ortaya koymuştur. Bu çalışmada, Hatay ilinde deprem sonrası bina hasar

durumlarına bağlı olarak ortaya çıkan doğrudan ekonomik kayıplar coğrafi bilgi sistemleri tabanlı yaklaşımla hesaplanmış ve mekânsal olarak analiz edilmiştir. Böylece afetin fiziksel etkilerinin ekonomik boyutu sayısal ve konumsal olarak ortaya konmuştur.

Elde edilen bulgular, Hatay ilinde toplam doğrudan ekonomik kaybın yaklaşık 365,5 milyar TL düzeyinde olduğunu göstermektedir. Ekonomik kayıpların mekânsal dağılımı incelendiğinde, özellikle Antakya ve Defne ilçelerinde kayıpların yoğunlaştığı görölmektedir. Bu durum, yapı stokunun özellikleri, zemin koşulları ve fay hatlarına yakınlık gibi fiziksel faktörlerin ekonomik kayıpların dağılımında belirleyici olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın en önemli katkılarından biri, ekonomik kayıpların bina ölçeğinde hesaplanarak mahalle, ilçe ve il düzeyine kadar mekânsal olarak analiz edilmesidir. Bu yaklaşım, afet sonrası hasarın yalnızca toplam büyüklüğünü değil, aynı zamanda kentsel alan içindeki mekânsal yoğunlaşma örüntülerini de ortaya koymaktadır. Böylece afet etkilerinin konumsal olarak değerlendirilmesi mümkün hale gelmiş ve karar vericiler için daha ayrıntılı bir analiz altyapısı oluşturulmuştur.

Konumsal veritabanı tasarımı ve ekonomik kayıp hesaplama işlemleri, farklı veri kaynaklarının entegrasyonu ile gerçekleştirilmiş ve afet sonrası analiz süreçlerinin sistematik bir çerçevede yürütölmesini sağlamıştır. Bu yapı, yalnızca mevcut çalışmaya değil, benzer afet analizlerinin farklı bölgelerde uygulanmasına da olanak tanıyabilecek niteliktedir.

Elde edilen sonuçlar, afet risk yönetimi ve yeniden yapılanma süreçleri açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Özellikle ekonomik kayıpların mekânsal dağılımının belirlenmesi, kaynakların hangi bölgelerde öncelikli olarak kullanılacağına yönelik karar süreçlerine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle çalışma,

afet sonrası planlama, risk azaltma stratejileri ve dayanıklı yerleşim alanlarının oluşturulmasına yönelik bilimsel bir altlık sunmaktadır.

Çalışmada yalnızca doğrudan fiziksel kayıplar dikkate alınmış, dolaylı ekonomik etkiler kapsam dışı bırakılmıştır. Ayrıca bina türü bilgisine ulaşamaması nedeniyle tüm yapıların konut olarak kabul edilmesi analiz sonuçları açısından bir sınırlılık oluşturmaktadır.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, iş gücü kaybı, üretim kesintisi ve ekonomik faaliyetlerdeki daralma gibi dolaylı ekonomik etkilerin analize dahil edilmesi, afetlerin makroekonomik etkilerinin daha bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Bunun yanında CBS tabanlı ekonomik kayıp hesaplamalarının farklı afet türleri ve farklı coğrafi bölgeler için uygulanması, mekânsal afet risk analizlerinin geliştirilmesi açısından önemli bir araştırma alanı oluşturmaktadır.

## Kaynakça

Cavallo, E., Powell, A., & Becerra, O. (2010). Estimating the direct economic damages of the earthquake in Haiti. *The Economic Journal*, 120(546), F298–F312.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2025a). Disaster year in review 2024 (CRED Crunch No. 78). EM-DAT: The Emergency Events Database, UCLouvain.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). (2025b). 2024 disasters in numbers. EM-DAT: The Emergency Events Database, UCLouvain.

Durukal, E., Erdik, M., & Yüzügüllü, Ö. (2006). Earthquake damage and loss estimation for building inventory in Turkey. Istanbul: Boğaziçi University, Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute.

Durukal, E., & Erdik, M. (2008). Physical and economic losses sustained by the industry in the 1999 Kocaeli, Turkey earthquake. *Natural Hazards*, 46, 153–178. <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9218-6>

Ge, Q., Song, Y., Xiong, F., Xiong, H., Li, W., Lu, Y., Ran, M., Liu, Y., & Chen, J. (2023). A novel framework for estimation and prediction of direct economic earthquake loss for regional buildings. *Journal of Earthquake Engineering*, 27(8), 2244–2278. <https://doi.org/10.1080/13632469.2022.2112323>

Grünthal, G. (Ed.). (1998). *European macroseismic scale 1998 (EMS-98)*. European Centre for Geodynamics and Seismology.

Hancılar, U., Şeşetyan, K., & Çaktı, E. (2019). İstanbul'daki 2000 yılı sonrası binalar için tasarıma esas deprem seviyesi altında karşılaştırmalı yapısal hasar ve mali kayıp tahminleri. *Teknik Dergi*, 9107-9123, Yazı 536

Hatay Valiliği. (2025). İlçelerimiz.  
<http://www.hatay.gov.tr/ilcelerimiz>

Işık, E., Kutanis, M., & Bal, İ. E. (2017). Loss estimation and seismic risk assessment in Eastern Turkey, *GRADEVINAR*, 69(7), 581–592. <https://doi.org/10.14256/JCE.1242.2015>

Işık, E., Sağır, Ç., Tozlu, Z., & Ustaoglu, Ü. S. (2019). Farklı deprem senaryolarına göre Kırşehir ili kayıp tahmin analizleri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(1), 80–93. <https://doi.org/10.21324/dacd.432592>

Kundak, S. (2004). *Economic loss estimation for earthquake hazard in Istanbul*. 44th European Congress of the European Regional Science Association. Regions and Fiscal Federalism. 25-29 August 2004, Porto, Portugal

Laguardia, R., D'Amato, M., Coltellacci, M., Trocchio, G. D., & Gigliotti, R. (2023). Fragility curves and economic loss assessment of RC buildings after L'Aquila 2009 Earthquake. *Journal of Earthquake Engineering*, 27(5), 1126–1150. <https://doi.org/10.1080/13632469.2022.2038726>

Men, K., & Cui, L. (2012). Research on evaluation models and empirical analysis of earthquake disaster losses in China. *Zeitschrift für Naturforschung*, 67(10-11), 534–544. <https://doi.org/10.5560/zna.2012-0059>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2017). Terminology on disaster risk reduction. Geneva: UNDRR. <https://www.undrr.org/terminology>

Uyguçgil, H. (Ed.) (2017). *Konumsal Veritabanı-I*. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Yayınları.

Zhang, S., Yang, K., & Cao, Y. (2019). GIS-based rapid disaster loss assessment for earthquakes. *IEEE Access*, 7, 6129–6139.

Zhang, X., Zeng, X., Nie, G., & Fan, X. (2021). An empirical method to estimate earthquake direct economic losses using building damages in high intensity area as a proxy. *Natural Hazards Research*, 1(2), 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.nhres.2021.03.002>

Zhang, Y., Zheng, S., Sun, L., Long, L., Yang, W., & Li, L. (2021). Developing GIS-based earthquake loss model: a case study of Baqiao District, China. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19, 2045–2079. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-01039-z>

## BÖLÜM 3

# GAZİANTEP ŞEHRİNDE BİYOKLİMATİK KONFOR KOŞULLARININ TURİZM FAALİYETLERİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

RAMAZAN FIRATOĞLU<sup>1</sup>  
FARUK BİNGÖL<sup>2</sup>  
AHMET SERDAR AYTAÇ<sup>3</sup>

### Giriş

İklim belli bir bölgede uzun bir süre boyunca kaydedilen meteorolojik verilerin ortalamasıdır (Atalay, 2013; Türkeş, 2022). İklim, insan faaliyetlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkiler ve bu faaliyetleri yer ve zaman açısından şekillendirir (Erol, 2004; Türkeş, 2022). Bundan dolayı insanların gün içinde yaptığı sosyal, kültürel, iktisadi faaliyetler iklim koşullarına göre farklılık gösterebilir (Toy ve Yılmaz, 2010; Fıratoğlu & Aytaç, 2026). İnsanlar yaptıkları faaliyetin önemli bölümünü dış ortamda gerçekleştirir. Kapalı ortamlarda yazın bir soğutucu kışın ise bir ısıtıcı yardımı ile konfor

---

<sup>1</sup> Uzman, Millî Eğitim Bakanlığı, ORCID: 0009-0001-5549-5069

<sup>2</sup> Uzman, Harran Üniversitesi, Lisans Üstü Eğt. Enst. Coğrafya Ana Bil. Dalı, ORCID: 0000-0002-2426-5738

<sup>3</sup> Doç. Dr., Harran Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak. Coğrafya Böl., ORCID: 0000-0001-8638-038X

şartları iyileşebilirken aynı durum dış ortam için geçerli değildir. Bu yönü ile dış ortamda yapılan faaliyetlerin planlamasında iklim ve meteorolojik koşulların göz önünde bulundurulması önem arz eder (Türkeş, 2022; Toy, 2010).

Hava koşullarının ekstrem değerlere ulaştığı saatlerde dış ortamda yapılan faaliyetlerde vücut bazı reaksiyonlar gösterir. Aşırı sıcak bir saatte vücut ısısı artacağı için kan akışı hızlanır. Bu durumda deri sıcaklığının artmasıyla vücuttan çıkan uzun dalga radyasyonu ile vücut ısısı düşer. Yine sıcaklığın aşırı düşük olduğu bir saatte vücut ısısı düştüğü için kan akışı yavaşlar. Kan akışının yavaşlaması ile vücut titreme refleksi gösterir ve kan akışını hızlandırmaya çalışarak vücut ısını arttırır. Titreme ve terleme ile vücut sıcaklığının dengelenmesi sırasında vücudun sarf ettiği enerji miktarı artar (Toy et al., 2016, Aytaç & Kolbüken 2019). Vücudun sarf ettiği enerji miktarının artması konfordan uzaklaşmaya neden olur ve bu durum dış ortamda yapılan faaliyette tatmin düzeyini düşürür. Sıcaklık dışında nem, rüzgâr, bulutluluk, küresel radyasyon gibi farklı çevresel etmenler de dış mekânda gerçekleştirilen (outdoor) faaliyetler sırasında konfor koşullarını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen diğer hususlardır (Toy, 2010; Toy et al., 2016; Çağlak, 2021; Kolbüken & Aytaç, 2020).

İnsanların günlük aktiviteleri içinde sosyal ve kültürel faaliyetler başta olmak üzere eğlenmek ve dinlenmek maksadıyla gerçekleştirdikleri faaliyetlerin geneli turizm veya rekreasyon olarak tanımlanır (Atalay, 2005). İnsanlar günlük hayatlarında iş başta olmak üzere zihinsel ve bedensel yorgunluğa neden olan faaliyetlerden uzaklaşmak ve bedensel-zihinsel açıdan dinlenmek ve eğlenmek amacıyla turizm ve rekreasyon faaliyetlerinde bulunurlar (Önder, 2003; Toy & Yılmaz, 2010.). 20.yy'ın ikinci yarısından itibaren turizm, katılımcılar açısından bir sosyal faaliyet; aynı zamanda bu sektörde çalışanlar ve ülkeler için son derece önemli bir ekonomik faaliyet halini almıştır. Günümüzde turizm ülkelere her yıl

milyarlarca dolar gelir getiren bir iktisadi faaliyete dönüşmüştür. Bu kapsamda ülkeler turizmden elde edilen gelir miktarını arttırmak amacıyla çeşitli çalışmalar gerçekleştirir (Kaya & Güngör, 2022; Atalay, 2005). Bu çalışmalar içerisinde turizmin çeşitlendirilmesi, konaklama sürelerinin uzatılması, turizm deneyiminin geliştirilerek ziyaretçi tatmininin arttırılması ilk akla gelenlerdir. Turizmin çeşitlendirilmesi bağlamında da çeşitli dış ortam etkinlikleri (outdoor etkinlikler) oldukça büyük öneme sahiptir. Dış ortamda gerçekleştirilen turizm faaliyetlerinde dikkate alınan en önemli konulardan biri iklim ve meteorolojik koşullardır (Mieczkowski, 1985). Dış ortamda yapılan turizm faaliyetlerinde iklim ve meteorolojik koşulların göz önüne alınmadan hareket edilmesi düşünülemez; çünkü meteorolojik koşullar (aşırı sıcak veya soğuk koşullar, aşırı yağış, fırtına vs.) zaman zaman turizm faaliyetlerini sınırlandırabilir (Perry, 1972). Ayrıca ekstrem hava koşulları kronik hastalığı olan bireylerde, yaşlılarda ve çocuklarda olumsuz sağlık şartları da yaratabilir. Bu yönüyle iklim ve meteorolojik koşulların göz önünde bulundurulması turizm faaliyetinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesinde ve ziyaretçilerin tatmin düzeyinin yüksek olması için belirleyici etmendir. (Kolbüken & Aytacı, 2020).

Dış ortam (outdoor) faaliyetlerde iklimin insan faaliyetleri üzerindeki etkisini ifade etmek maksadıyla biyoklimatik konfor kavramı geliştirilmiştir. Biyoklimatik konfor kavramı; insanın yapmış olduğu faaliyetler sırasında hava koşullarından memnuniyet durumunu ifade eder. Bu memnuniyet durumu, insan ile ortam arasındaki etkileşim neticesinde ortaya çıktığından öznel bir durumdur. İnsanın içerisinde bulunduğu termal ortam; sıcaklık, nem, rüzgâr, küresel radyasyon olmak üzere dört temel çevresel unsurdan etkilenir. Ayrıca kıyafet, aktivite seviyesi (metabolizma hızı), boy-kilo, yaş, cinsiyet, sağlık durumu gibi bireysel unsurlar da biyoklimatik konfor koşullarını etkiler. Biyoklimatik konfor koşulları belirlenirken söz konusu çevresel ve bireysel faktörler

birlikte dikkate alınarak hesaplanır (ASHREA, 2004; Öngel & Mergen, 2009; Toy, 2010).

Termal açıdan konfor koşullarının sağlanmadığı, termal stres koşullarının gözlemlendiği bir saatte turizm faaliyetlerinin yapılması insan vücudu açısından sıcak çarpması, ısı stresi, hava kirliliği, ultraviyole radyasyonu vb. olumsuz durumları ortaya çıkarabilir. Bundan dolayı turizm aktiviteleri öncesinde termal koşullar dikkate alınarak seyahat planlamasının yapılması başta kronik hasatlığı olan bireyler, çocuklar ve yaşlılar olmak üzere ziyaretçilerin olumsuz olaylar ve durumlarla karşılaşmasını engelleyebileceği gibi aynı zamanda aktiviteden sağlanan tatmin düzeyini de artırır (Matzarakis, 2006; Toy et al., 2016). Turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin termal koşullar dikkate alınarak yapılması turizm faaliyetleri sırasında verimli ve sağlıklı zaman geçirmek ve iyi bir seyahat deneyimi için son derece önemlidir (Fıratoğlu & Aytaç, 2026).

Gaziantep şehri; tarih boyunca dikkat çekici bir kültür ve ticaret şehri olmuş, Ortadoğu ve Anadolu arasında bir geçiş kapısı konumunda yer almıştır. Gaziantep, günümüzde kültürel ve tarihi dokusu, mimari yapısı, zengin mutfak, yaşayan el sanatları, kongre ve fuar alanları, konaklama imkanlarıyla önemli bir turizm şehridir (Gülcan et al., 2024; Yücebaş, 2015). Şehir kültür turizminin yanında, gastronomi, fuar ve kongre turizmleri açısından da önem arz eder. Şehir merkezindeki temalı parklar, macera ve spor etkinlikleri açısından; şehrin çevresinde bulunan tabiat parkları ekoturizm faaliyetleri açısından oldukça önemli olup; bu alanlar şehri dış ortamda gerçekleştirilen turizm faaliyetleri açısından oldukça önemli bir destinasyon yapmaktadır. Bu yönüyle Gaziantep şehri, turizm ve rekreasyon faaliyetleri açısından önemli bir konumda bulunmaktadır. Bu çalışmada Gaziantep şehrinde biyoklimatik konfor koşullarına göre turizm ve rekreasyon faaliyetleri için en ideal koşulların ve zaman dilimlerinin tespit

edilmesi amaçlanmıştır. Araştırma turizm faaliyetlerine katılacak bireylerin destinasyon planlamalarına temel teşkil edecek mevsim, ay, gün hatta saatlik düzeyde konfor koşullarının nasıl değiştiğine ilişkin analizleri içermektedir. Söz konusu konfor koşullarının tespit edilmesi Gaziantep şehrinde yapılan turizm ve rekreasyon faaliyetleri sırasında bireylerin konforlu zaman geçirmeleri ve iyi bir seyahat deneyimi edinmeleri için önem teşkil etmektedir. Bu yönü ile bu araştırma bir turizm klimatolojisi çalışmasıdır. Araştırma sonuçları turizm profesyonellerinin turizm faaliyeti planlaması, sezon yönetimi ve etkinliklerin zamanlanması gibi hususlarda planlamaya temel teşkil edecek iklim ile ilgili altlık bilgiyi ortaya koymaktadır. Termal konfor koşullarına göre düzenlenen aktiviteler ziyaretçi memnuniyet düzeyini arttıracak gibi kronik hastalığı olan bireyler, yaşlılar ve çocuklarda istenmeyen sağlık durumlarının ortaya çıkmasını engellemesi açısından oldukça önemlidir.

### **Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları**

Gaziantep şehri, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Orta Fırat Bölümü'nde bulunmaktadır. Araştırma sahasının kuzeyinde Kahramanmaraş'ın Pazarcık ilçesi ile Gaziantep'in Yavuzeli ilçesi, güneyinde Kilis merkez ilçesi ile Kilisin Musabeyli-Elbeyli-Polateli ilçeleri, doğusunda Gaziantep'in Oğuzeli ve Nizip ilçeleri, batısında Gaziantep'in Nurdağı ilçesi bulunmaktadır (Şekil 1). Gaziantep şehri Şehitkamil ve Şahinbey olmak üzere 2 merkez ilçeden oluşmaktadır. Araştırmaya örnek olarak alınan turizm cazibe merkezleri söz konusu iki merkez ilçede bulunmaktadır.

Araştırma sahasında genel hatları ile Karasal Akdeniz İklimi görülür (Türkeş, 2022). Saha yaz mevsiminde Basra alçak basınç alanı tesirine girer. Bu durum yaz mevsiminde sıcaklığın ve buharlaşmanın yüksek bağıl nemin düşük olmasına neden olur. Kış mevsiminde yağışların yıl içindeki maksimum düzeye ulaşması ve bu mevsimin görece ılık olması, Karasal Akdeniz ikliminin karakteristik özellikleri olarak değerlendirilir (Erinç, 1993; Atalay & Mortan, 2007; Kum & Kılıç, 2014).

Araştırma sahasında yıl içinde maksimum ortalama sıcaklık temmuz ve ağustos aylarında gözlenirken minimum ortalama

sıcaklık kış mevsiminde ocak ve şubat aylarında gözlenir. Yıl içinde ortalama yağış 564 mm olup maksimum yağışlar aralık, ocak, şubat (kış mevsimi) aylarında görülür. Yağış miktarı açısından kış mevsimini ilkbahar mevsimi takip eder (Tablo 1).

### **Araştırma Sahasında Yer Alan Turizm Cazibe Merkezleri**

Araştırma sahasında yoğunluklu olarak dış ortam (outdoor) turizm faaliyetlerinin gerçekleştirildiği, turizm acenteleri ile yerli ve yabancı ziyaretçilerin sıklıkla tercih ettiği çok sayıda alan mevcuttur. Bu alanlar: Dülük Antik Kenti, Gaziantep Kalesi, 100. Yıl Atatürk Kültür Parkı, Bakırcılar Çarşısı, Tarihi Gümrük Hanı, Millet Hanı, Kurtuluş Cami, Boyacı Cami, Tahtani Cami, Bey Mahallesi ile çeşitli temalı parklar ve tabiat parklarıdır (Şekil 2). Araştırma alanında eski Gaziantep olarak tanımlanabilecek ve çok sayıda tarihi -anıtsal yapıyı barındıran alan, genellikle dışarıdan gezilen mekânları oluşturur. Bunun dışında Gaziantep Şehri merkezine oldukça yakın tabiat parkları ve temalı parklar mevcuttur.

Tabiat parkları sahip oldukları doğal bitki örtüsü, yaban hayatı, doğal peyzaj alanları ile insanların şehrin gürültüsünden ve yoğunluğundan uzaklaşıp dinlendikleri, eğlendikleri önemli rekreasyonel potansiyele sahip alanlardır (Yener, 2021). Bu hususta şehrin kuzeybatısında bulunan Dülük Tabiat Parkı ve Erikçe Tabiat Parkı ile şehrin güneybatısında bulunan Burç Tabiat Parkı ve Yamaç Tepe Tabiat parkı (Şekil 2) turizm ve rekreasyon faaliyetleri için önemlidir. Söz konusu tabiat parkları doğa yürüyüşü, kampçılık, flora incelemesi, piknik, kırsal yaşam deneyimi gibi ekoturizm içinde değerlendirilen turizm ve rekreasyon aktiviteleri bakımından önemli destinasyonlardır. Ayrıca bahsi geçen tabiat parkları şehir genelinde yaygın olan kültür, gastronomi, kongre vb. turizm aktivitelerine alternatif turizm aktiviteleri de sunmaktadır.

*Tablo 1 Gaziantep Şehrinin Uzun Yıllar Ortalama Sıcaklık, Yağış ve Güneşlenme süresi Değerleri  
(Ölçüm Periyodu: 1940-2025)*

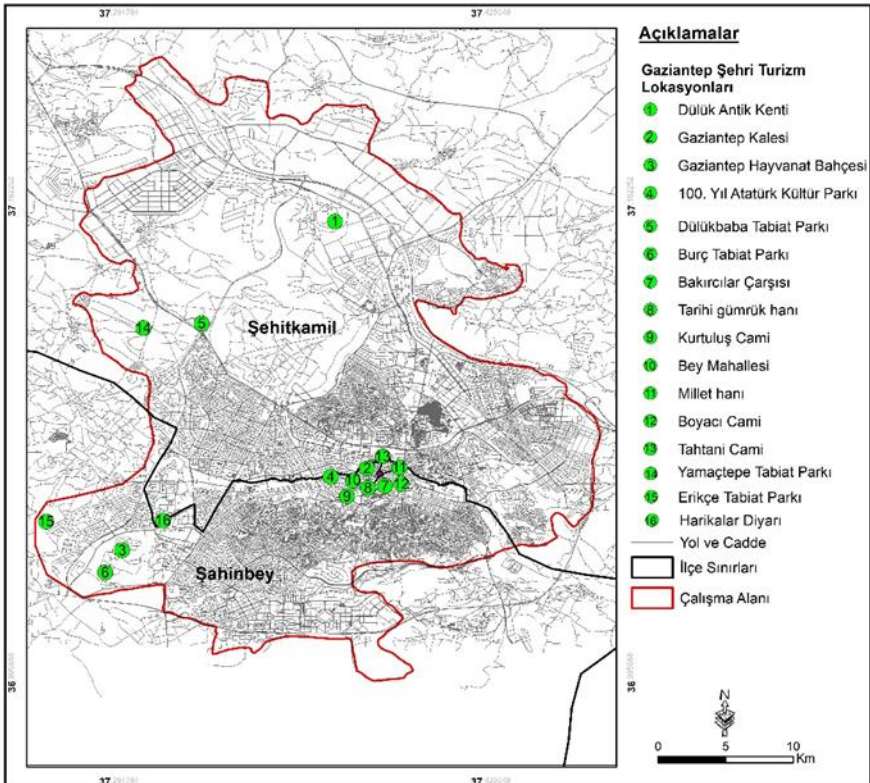
| <b>Gaziantep</b>                       | <b>O</b> | <b>Ş</b> | <b>M</b> | <b>N</b> | <b>M</b> | <b>H</b> | <b>T</b> | <b>A</b> | <b>E</b> | <b>E</b> | <b>K</b> | <b>A</b> | <b>Yıllık</b> |
|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| Ort. Sıcaklık (°C)                     | 3,2      | 4,5      | 8,3      | 13,5     | 18,9     | 24,4     | 28,1     | 27,9     | 23,5     | 16,8     | 9,9      | 5,1      | 15.3          |
| Ort. En Yüksek Sıcaklık (°C)           | 7,6      | 9,5      | 14,0     | 19,8     | 25,6     | 31,3     | 35,4     | 35,4     | 31,2     | 24,4     | 16,4     | 9,9      | 21.7          |
| Ort. En Düşük Sıcaklık (°C)            | -0,5     | 0,2      | 3,1      | 7,4      | 12,0     | 17,3     | 21,3     | 21,1     | 16,4     | 10,2     | 4,7      | 1,2      | 9.5           |
| Ort. Güneşlenme Süresi (saat)          | 3,5      | 4,3      | 5,4      | 6,8      | 8,4      | 10,3     | 10,6     | 9,9      | 8,7      | 7,0      | 5,3      | 3,5      | 7             |
| Ort. Yağışlı Gün Sayısı                | 12,85    | 11,53    | 11,55    | 9,56     | 6,79     | 2,01     | 0,49     | 0,47     | 1,43     | 5,81     | 8,05     | 11,65    | 82.2          |
| Aylık Toplam Yağış<br>Miktarı Ort.(mm) | 102,6    | 81,9     | 73,5     | 52,0     | 30,9     | 8,2      | 6,9      | 5,4      | 7,0      | 36,5     | 61,9     | 97,3     | 564           |

*Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü*

Şehirde bir diğer önemli cazibe merkezini Harikalar Diyarı isimli spor ve macera temalı park oluşturur. Park içerisinde spor, adrenalin ve macera içerikli değişik etkinlikler yapılmakta, park sunduğu etkinlikler nedeniyle Güneydoğu Anadolu'nun birçok ilinden ziyaretçi almaktadır.

Bütün bu özellikleri değerlendirildiğinde Gaziantep zengin tarihi, kültürel ve mimari dokusu, gastronomik değerleri, değişik parkları ile turizm çeşitliliğinin olduğu, tur operatörleri ve bireysel ziyaretçiler tarafından tercih edilen genellikle dış ortam (outdoor) faaliyetlerinin gerçekleştirildiği önemli bir turizm destinasyonudur.

*Şekil 2 Araştırma Sahasında Dış Ortam (Outdoor) Faaliyetlerine Konu Olan Cazibe merkezleri*



## Materyal ve Metot

Bu çalışmada Gaziantep şehrinde turizm ve rekreasyon faaliyetleri için uygun termal koşulların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda çalışmada Gaziantep şehrinin biyoklimatik konfor koşulları hesaplanmıştır. Biyoklimatik konfor koşullarının hesaplanmasında, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilen Gaziantep Meteoroloji istasyonuna ait saatlik verilerin süreklilik arz etmemesi nedeniyle, uydu tabanlı bir veri bankası olan Nasa Power veri bankasından temin edilen veriler (<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>) kullanılmıştır. Çalışmada saatlik düzeyde sıcaklık, nem, rüzgâr, küresel radyasyon verileri kullanılmıştır. Bu veriler 01.01.2001 tarihi ile 31.12.2022 tarihleri arasında 22 yıllık bir süreyi kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan haritalar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımlarından Arcgis 10.5 (demo) ile yapılmıştır.

Bu çalışmada biyoklimatik konfor koşullarının belirlenmesinde Physiological Equivalent Temperature (PET) (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) İndisi kullanılmış, PET değerlerinin hesaplanmasında ise RayMan yazılımından (RayMan 3.1 versiyon) yararlanılmıştır. Bu yazılım, sıcaklık, nem, rüzgâr, yüzey albedosu, küresel radyasyon verilerini kullanarak herhangi bir alanda saatlik düzeyde termal koşulların belirlenmesine olanak sağlar (Matzarakis et al., 1999; Matzarakis & Mayer, 1996). Çalışmada RayMan yazılımı ile saatlik sıcaklık, nem, rüzgâr, küresel radyasyon verileri analiz edilerek Physiological Equivalent Temperature (PET) (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) İndisi değerleri tespit edilmiştir. Hesaplanan PET verileriyle 10'ar günlük ve saatlik PET grafikleri oluşturulmuş olup bu grafikler yardımıyla turizm ve rekreasyon faaliyetleri için uygun termal koşullar ve zaman dilimleri belirlenmiştir.

Physiological Equivalent Temperature indisi; insan enerji dengesi dikkate alınarak hesaplanan termal bir indeks olup derece

(°C) birimi ile ifade edildiği için diğer indekslere göre kullanımı daha kolay ve yaygındır (Höppe, 1999). Physiological Equivalent Temperature indisi insan enerji dengesiyle beraber çevresel unsurlar (sıcaklık, nem, rüzgâr, küresel radyasyon) ve insan vücudunun termofizyolojik unsurlarını (yaş, kilo, boy, cinsiyet, aktivite vb.) bir arada dikkate alarak hesaplamalar yapılmasına olanak tanır (Matzarakis et al., 1999). PET indisi insan vücudunun termal koşullarını Münih Bireysel Enerji Denge Modeline (MEMI) dayandırır. Bu modelde 35 yaşında, 75 kg, 175 cm boyunda erkek bir bireyin 0.9 clo ısı dirençli kıyafet ile 80 W'lık bir aktivite yaptığı sırada maruz kaldığı koşullara vücut ısı dengesinin gösterdiği tepkiyle ifade edilir (Höppe, 1999).

Physiological Equivalent Temperature indisine göre termal koşulların hesaplanmasında kullanılan formül şu şekildedir (Matzarakis et al., 1999; Höppe, 1999).

$$M+W+Q^*(T_{mrt,v})+QH(T_a,v)+QL(e,v)+QSW(e,v)+QRe(T_a,e)+S=0$$

Formülde;

M= Metabolizma oranı (aktivite)

W=Mekanik güç (aktivite türü)

Q\*=Radyasyon bütçesi

QH=Hissedilen sıcaklığın değişimi

QL=Gizli ısıнын değişimi (buhar dağılımı)

QSW=Gizli ısıнын terleme yolu ile dağılımı

QRe=Solunum yolu ile ısı değişimi (hissedilen ve gizli sıcaklık)

S=Enerji Depolama

T<sub>a</sub>=Hava sıcaklığı

e=Buhar basıncı

$v$ =Rüzgâr hızı

$T_{mrt}$ =Ortalama radyan sıcaklık şeklinde ifade edilir.

*Tablo 2 PET İndeksi Değerlerine Göre Konfor Aralıkları*

| <b><u>PET (C°)</u></b> | <b><u>Konfor Aralığı</u></b> |
|------------------------|------------------------------|
| $\leq 4,0$             | <b>Çok Soğuk</b>             |
| 4,1-8,0                | <b>Soğuk</b>                 |
| 8,1-13,0               | <b>Serin</b>                 |
| 13,1-18,0              | <b>Hafif Serin</b>           |
| 18,1-23,0              | <b>Konforlu</b>              |
| 23,1-29,0              | <b>Hafif Sıcak</b>           |
| 29,1-35,0              | <b>Sıcak</b>                 |
| 35,1-41,0              | <b>Çok Sıcak</b>             |
| $>41,0$                | <b>Aşırı Sıcak</b>           |

*Kaynak: Matzarakis & Mayer 1996; Toy, 2010'dan değiştirilerek.*

## **Bulgular**

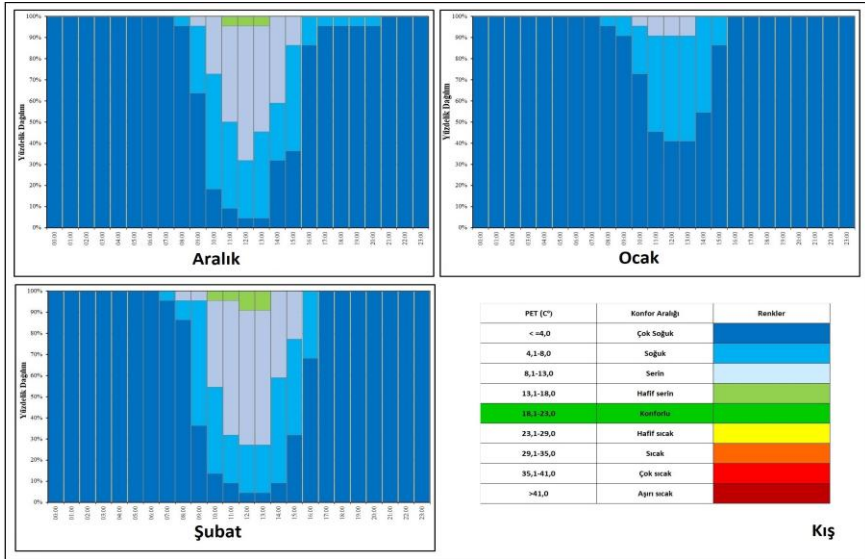
### **Araştırma Sahasında PET Değerlerinin Saatlik Dağılımı**

Araştırma sahasında saatlik PET grafiklerine göre kış mevsiminde (aralık, ocak, şubat) termal konfor koşulları şu şekildedir: Aralık ayında Gaziantep'te saat 08.00 ile 20.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Gün içinde saat 09.00 ile 15.00 arasında belli aralıklarla serin şartlar gözlenmekte olup saat 11.00 ile 13.00 arasında kısa süreli de olsa

hafif serin koşullar gözlenmektedir. Günün geri kalan bölümünde çok soğuk stres koşulları yaşanmaktadır. Ocak ayında Gaziantep'te saat 08.00 ile 15.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenirken saat 10.00 ile 13.00 arasında kısa süreli de olsa serin şartlar, günün geri kalan kısmında ise çok soğuk stres şartları gözlenmektedir. Şubat ayında Gaziantep'te saat 07.00 ile 16.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenirken saat 08.00 ile 15.00 arasında belli aralıklarla serin şartlar gözlenmekte ve saat 10.00 ile 13.00 arasında kısa süreli de olsa hafif serin şartlar görülmektedir. Günün geri kalan kısmında ise çok soğuk stres koşulları gözlenmektedir (Şekil 3) (Fıratoğlu, 2025).

### Şekil 3 Gaziantep Aralık-Ocak-Şubat Ayları

#### Pet Değerlerinin Saatlik Dağılımı

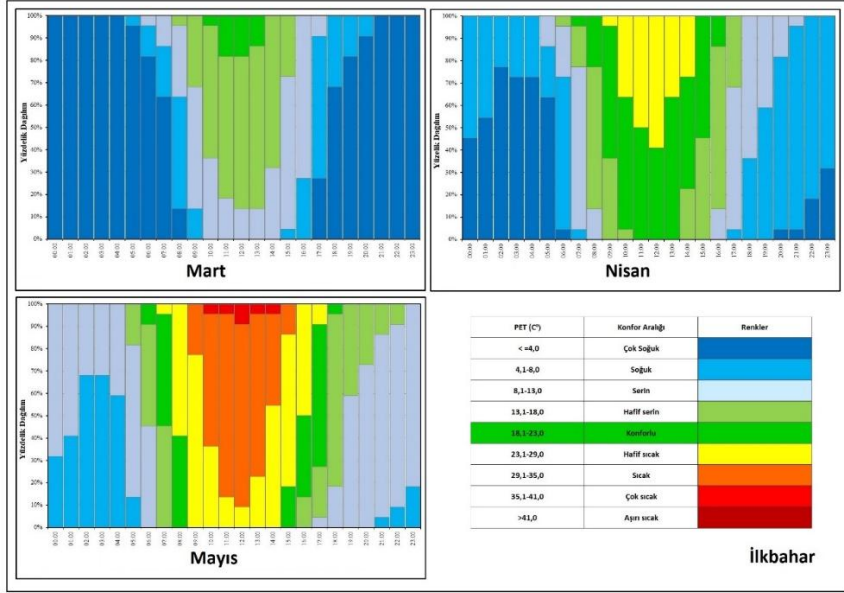


Kaynak: Fıratoğlu, 2025.

Araştırma sahasında saatlik PET grafiklerine göre ilkbahar mevsiminde (mart, nisan, mayıs) termal konfor koşulları şu şekildedir: Mart ayında Gaziantep'te saat 06.00 ile 17.00 saatleri arasında belli aralıklarla serin şartlar gözlenmektedir. Saat 08.00 ile

15.00 arasında belli aralıklarla hafif serin şartlar gözlenirken saat 10.00 ile 13.00 arasında kısa süreli de olsa termal bakımdan konforlu koşullar gözlenmektedir. Gün içinde saat 05.00 ile 09.00 ve saat 15.00 ile 20.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Ayrıca saat 17.00 ile 08.00 arasında çok soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Nisan ayında Gaziantep’te saat 05.00 ile 08.00 ve saat 16.00 ile 21.00 arasında belli aralıklarla serin koşulları gözlenmektedir. Saat 06.00 ile 10.00 ve 14.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla hafif serin koşulları gözlenmektedir. Gün içinde saat 07.00 ile 16.00 arasında belli aralıklarda termal şartlar konforlu olmaktadır. Saat 09.00 ile 14.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak şartlar gözlenmektedir. Gün içinde saat 17.00 ile 07.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenirken saat 20.00 ile 06.00 arasında belli aralıklarla çok soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Mayıs ayında Gaziantep’te saat 17.00 ile 06.00 arasında belli aralıklarla serin koşullar gözlenmektedir. Saat 21.00 ile 05.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Gün içinde saat 05.00 ile 07.00 ve 16.00 ile 22.00 arasında belli aralıklarla hafif serin koşullar gözlenmektedir. Saat 06.00 ile 08.00 ve 15.00 ile 18.00 arasında belli aralıklarla termal açıdan konforlu şartlar gözlenmektedir. Saat 07.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak koşullar yaşanmaktadır. Saat 09.00 ile 15.00 arasında sıcak stres koşulları gözlenirken saat 10.00 ile 14.00 arasında kısa süreli de olsa çok sıcak stres koşulları gözlenmektedir (Şekil 4) (Fıratoğlu, 2025).

*Şekil 4 Gaziantep Mart-Nisan-Mayıs Ayları  
Pet Değerlerinin Saatlik Dağılımı*



*Kaynak: Fıratoglu, 2025.*

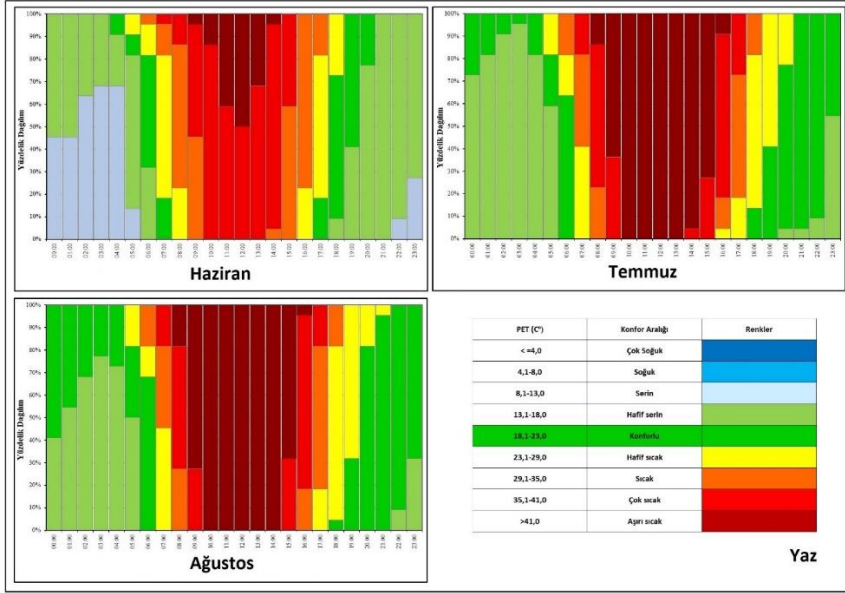
Araştırma sahasında saatlik PET grafiklerine göre yaz mevsiminde (Haziran, temmuz, ağustos) termal konfor koşulları şu şekildedir: Haziran ayında Gaziantep’te saat 22.00 ile 05.00 arasında belli aralıklarla serin şartlar gözlenirken saat 18.00 ile 06.00 arasında belli aralıklarla hafif serin şartlar yaşanmaktadır. Gün içinde saat 04.00 ile 07.00 ve 17.00 ile 20.00 arasında termal açıdan konforlu koşullar gözlenmektedir. Saat 05.00 ile 08.00 ve 16.00 ile 18.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak şartlar gözlenmektedir. Saat 06.00 ile 09.00 ve 14.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla sıcak stres koşulları gözlenirken saat 07.00 ile 15.00 arasında belli aralıklarla çok sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Ayrıca saat 09.00 ile 14.00 arasında aşırı sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Temmuz ayında Gaziantep’te saat 20.00 ile 05.00 arasında belli aralıklarla hafif serin şartlar gözlenirken saat 18.00 ile 06.00 arasında belli aralıklarla

termal açıdan konforlu koşullar gözlenmektedir. Gün içinde saat 05.00 ile 07.00 ve saat 16.00 ile 20.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak koşullar gözlenmektedir. Saat 06.00 ile 08.00 ve 16.00 ile 18.00 arasında belli aralıklarla sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Saat 07.00 ile 09.00 ve 14.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla çok sıcak stres koşulları yaşanmakta olup saat 08.00 ile 16.00 arasında çok sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Ağustos ayında Gaziantep'te saat 22.00 ile 05.00 arasında hafif serin koşullar yaşanırken saat 18.00 ile 06.00 arasında termal açıdan konforlu koşullar gözlenmektedir. Gün içinde saat 05.00 ile 07.00 ve 17.00 ile 21.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak koşullar yaşanmaktadır. Saat 06.00 ile 08.00 ve 16.00 ile 18.00 arasında belli aralıklarla sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Saat 07.00 ile 09.00 ve 15.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla çok sıcak stres koşulları görülmekte iken saat 08.00 ile 16.00 arasında aşırı sıcak stres koşulları gözlenmektedir (Şekil 5) (Fıratoğlu,2025).

Araştırma sahasında saatlik PET grafiklerine göre sonbahar mevsiminde (eylül, ekim, kasım) termal konfor koşulları şu şekildedir: Eylül ayında Gaziantep'te saat 18.00 ile 06.00 arasında belli aralıklarla hafif serin koşullar gözlenirken saat 16.00 ile 01.00 ve saat 05.00 ile 07.00 arasında belli aralıklarda termal açıdan konforlu şartlar gözlenmektedir. Saat 00.00 ile 05.00 arasında belli aralıklarla serin koşullar gözlenmektedir. Gün içinde saat 06.00 ile 08.00 ve 15.00 ile 19.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak koşullar gözlenmektedir. Saat 07.00 ile 10.00 ve 14.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Saat 08.00 ile 16.00 arasında belli aralıklarla çok sıcak stres koşulları gözlenmekte iken saat 10.00 ile 14.00 arasında aşırı sıcak stres koşulları gözlenmektedir.

## Şekil 5 Gaziantep Haziran-Temmuz-Ağustos Ayları

### Pet Değerlerinin Saatlik Dağılımı

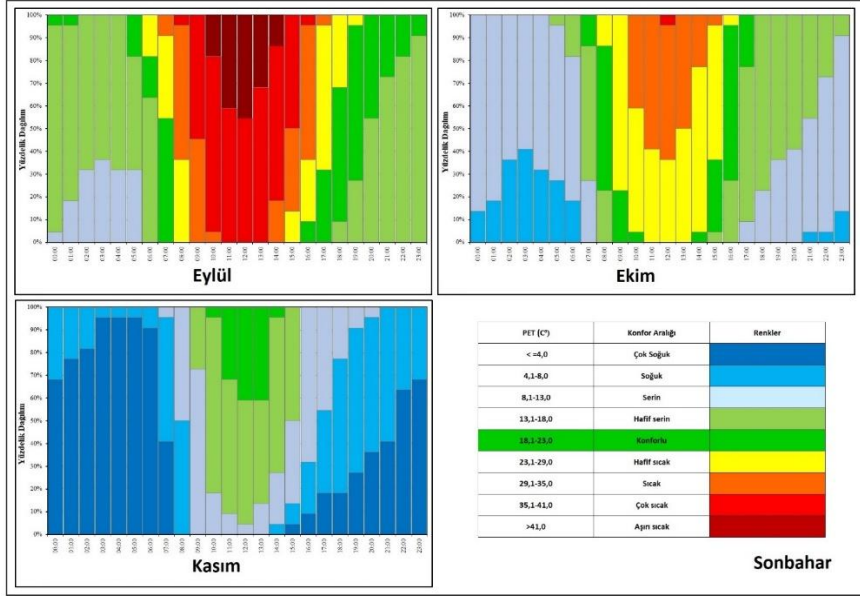


Kaynak: Fıratoglu, 2025.

Ekim ayında Gaziantep'te saat 17.00 ile 07.00 arasında belli aralıklarla serin koşullar gözlenirken saat 21.00 ile 06.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Gün içinde saat 05.00 ile 08.00 ve 15.00 ile 23.00 arasında belli aralıklarla hafif serin koşullar gözlenmektedir. Saat 07.00 ile 10.00 ve 14.00 ile 17.00 arasında belli aralıklarla termal açıdan konforlu koşullar gözlenmektedir. Saat 08.00 ile 16.00 arasında belli aralıklarla hafif sıcak koşullar görülmektedir. Saat 10.00 ile 15.00 arasında sıcak stres koşulları görülmekte olup saat 12.00'da kısa süre de olsa çok sıcak stres koşulları gözlenmektedir. Kasım ayında Gaziantep'te saat 14.00 ile 08.00 arasında belli aralıklarla soğuk stres koşulları görülürken saat 15.00 ile 07.00 arasında belli aralıklarla çok soğuk stres koşulları yaşanmaktadır. Gün içinde saat 07.00 ile 20.00 arasında belli aralıklarla serin koşullar gözlenmektedir. Saat 09.00

ile 15.00 arasında hafif serin koşullar gözlenirken saat 10.00 ile 14.00 arasında belli aralıklarla termal açıdan konforlu koşullar görülmektedir (Şekil 6) (Fıratoglu, 2025).

*Şekil 6 Gaziantep Eylül-Ekim-Kasım Ayları Pet Değerlerinin Saatlik Dağılımı (Fıratoglu, 2025)*



Kaynak: Fıratoglu, 2025.

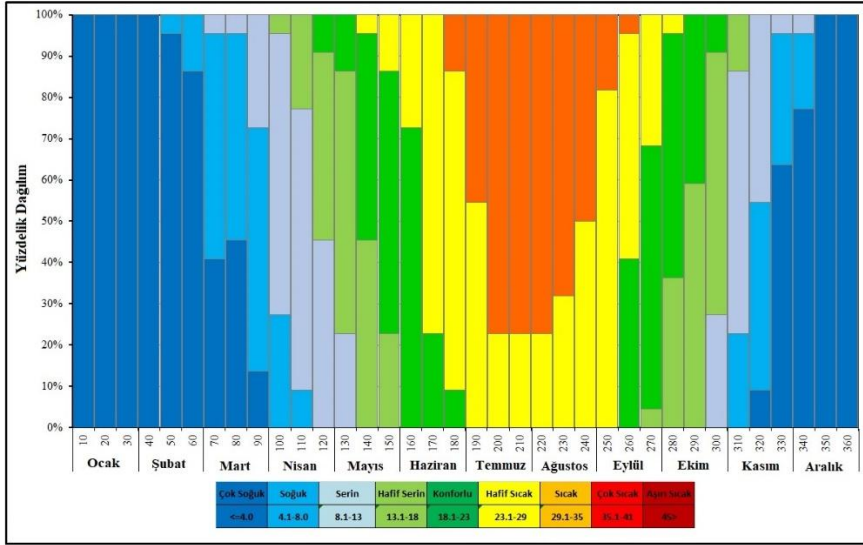
## Araştırma Sahasında PET Değerlerinin 10 Günlük Aralıklarla Dağılımı

Araştırma sahasında aralık ve ocak ayının tamamında şubat ayının ise 1. ve 2. 10 gününde çok soğuk stres koşulları gözlenirken; şubat ayının 3. 10 gününde soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Mart ayının genelinde çoğunlukla soğuk stres koşulları gözlenmektedir. Nisan ayının 1. ve 2. 10 gününde serin koşullar gözlenirken 3. 10 gününde hafif serin koşulları gözlenmektedir. Mayıs ayının 1. 10 gününde hafif serin koşullar gözlenirken 2. ve 3. 10 gününde yaygın olarak konforlu koşullar gözlenmektedir. Haziran ayının 1. 10 gününde konforlu koşullar gözlenirken 2. ve 3.

10 gününde hafif sıcak koşullar gözlenmektedir. Temmuz ve ağustos ayının genelinde sıcak stres koşulları hâkimdir. Eylül ayının 1. ve 2. 10 gününde hafif sıcak koşullar gözlenirken 3. 10 gününde konforlu koşullar gözlenmektedir. Ekim ayında 1. ve 2. 10 gününde konforlu koşullar gözlenirken 3. 10 gününde hafif serin koşullar gözlenmektedir. Kasım ayında 1. 10 gününde serin koşullar gözlenirken 2. 10 gününde soğuk 3. 10 gününde ise soğuk-çok soğuk stres koşulları hâkimdir (Şekil 7).

Araştırma sahasında termal açıdan konforlu olan dönemler turizm ve rekreasyon faaliyetleri için en uygun zamanı oluşturlar; ancak konforlu olarak gözlenen günlerin dışında hafif sıcak, serin ve hafif serin koşulların gözlendiği dönemlerde de basit tedbirler almak koşuluyla (Şapka kullanımı, su bulundurma, doğru kıyafet tercihi ve uygun ekipman kullanımı vb.) termal açıdan konforlu şartlar oluşturulabilir. Nitekim nisan ayının 1. ve 2. 10 gününde gözlenen serin koşullar ile 3. 10 günde gözlenen hafif serin koşullar, mayıs ayının 1. 10 gününde gözlenen hafif serin koşullar, haziran ayının 2. ve 3. 10 gününde gözlenen hafif sıcak koşullar, eylül ayının 1. ve 2. 10 gününde gözlenen hafif sıcak koşullar, ekim ayının 3. 10 gününde gözlenen hafif serin koşullar, kasım ayının 1. 10 gününde gözlenen serin koşullar (Şekil 7) basit tedbirler almak koşuluyla turizm ve rekreasyon aktivitelerinin yapılabileceği dönemlere örnek teşkil etmektedir.

*Şekil 7 Gaziantep Şehrinde Günlük PET Değerlerinin 10 Günlük Aralıklarla Dağılımı*



## Tartışma

Termal konfor koşulları ile ilgili yapılan çalışmalarda yıl içindeki termal koşulların bir arada görülebildiği 10'ar günlük aralıklarla oluşturulan PET grafikleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Söz konusu grafiklerde günlük ortalama pet değerleri dikkate alınarak 10 günlük ortalama PET değerleri çıkarılır. Elde edilen 10 günlük ortalama PET değerlerine göre 10'ar günlük aralıklarla oluşturulmuş PET grafikleri elde edilir. Bu grafiklerde saatlik grafiklerde verildiği gibi gece gündüz ayrımı söz konusu değildir. Bu grafiklerde gece ve gündüz değerlerinin bir arada ortalamasının alınması ortalama reel değerlerden uzaklaşmaya neden olmaktadır (Fıratoğlu & Aytaç, 2026). Bu durum termal konfor şartlarının analizinde bazı sorunlara yol açmaktadır. Saatlik grafiklerde gözlenebilen bazı durumlar 10 gün aralıklarla oluşturulan grafiklerde gözlenmeyebilmektedir. Örneğin saatlik grafikte nisan ayında gündüz kuşağında Gaziantep'te termal açıdan

konforlu koşullar gözlenmektedir (Şekil 4); fakat 10'ar günlük grafikte nisan ayı genelinde serin ve hafif serin koşullar gözlenmektedir (Şekil 7). Aynı şekilde saatlik grafiklerde haziran, temmuz ağustos aylarında gündüz kuşağında sıcak, aşırı sıcak, çok sıcak stres koşulları gözlenirken (Şekil 5) 10'ar günlük aralıklarla oluşturulan PET grafiğinde haziran ayının geneli hafif sıcak, temmuz ve ağustos ayları ise sıcak olarak gözlenmektedir (Şekil 7). Bu farklılıklar diğer aylarda da belli ölçülerde gözlenmektedir.

Araştırma sahasında yaz mevsiminde genellikle sıcak ve kurak geçer. Bu durum yaz mevsiminde karasallık şiddetinin artması, Basra basınç alanının etkisiyle samyeli denen kuru ve sıcak rüzgârın buharlaşma şiddetini arttırması ve bunun sonucunda sıcaklıkların gündüz kuşağında 40°C'nin üstüne çıkması ile ilgilidir (Erinç, 1993; Atalay & Mortan, 2007). Araştırma sahasında karasal koşullar nedeniyle hem gece-gündüz arasındaki yüksek sıcaklık farkı hem de gece-gündüz arasındaki şiddetli radyasyon farkı gün içinde gece-gündüz arasında PET değerlerinde önemli derecede bir fark oluşturmaktadır. Gün içinde PET farkının termal konfor koşullarına etkisi saatlik grafiklerde ayrıntılı bir şekilde gözlenebilirken 10'ar günlük grafiklerde günlük ortalama PET değerlerine göre grafikler oluşturulduğu için bu fark gözlenememektedir. Bu durum 10'ar günlük grafiklerde çözünürlüğün düşmesi ile ilgilidir. Benzeri durum karasal iklim koşullarının görüldüğü Diyarbakır şehrinde de gözlenmiştir (Fıratoglu & Aytaç, 2026).

Araştırma sahasında turizm ve rekreasyon faaliyetleri için termal koşulların en uygun olduğu dönemler gündüz kuşağında ilkbahar ayları (mart ve nisan ile mayıs (kısmen) ile sonbahar aylarıdır (ekim ve kasım) (Şekil 4-6). Söz konusu aylarda turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin gündüz kuşağında yürütülmesi ziyaretçiler için termal konfor açısından konforlu koşullar oluşturur. Bu durum ziyaretçilerin seyahat deneyimlerini iyileştirebileceği gibi

seyahat tatmin düzeyini artırıp seyahat sırasında bedensel ve zihinsel sorunların ortaya çıkma ihtimalini azaltır. Araştırma sahasında kültür ve inanç turizmi, fuar etkinlikleri, gastronomi festivalleri, ekoturizm faaliyetleri gibi dış mekân (outdoor) turizm etkinliklerinin belirtilen aylarda gündüz kuşaklarını kapsayacak şekilde planlanması ve yürütülmesi turizm ve rekreasyon sektörü için olumlu sonuçlar ortaya çıkaracaktır.

Araştırma sahasında yaz mevsimini kapsayan aylar (haziran, temmuz, ağustos) ile eylül ayında gündüz kuşağında sıcak stres, çok sıcak stres, aşırı sıcak stres koşulları gözlenmektedir (Şekil 5-6). Söz konusu aylarda gündüz kuşağında gözlenen termal stres koşulları turizm faaliyetleri için ziyaretçilerin seyahat deneyimlerini olumsuz etkileyebileceği gibi olumsuz sağlık koşullarının ortaya çıkmasına da neden olabilir; fakat aynı ayların gece kuşağında termal açıdan konforlu koşullar gözlenmektedir. Bu yüzden belirtilen aylarda dış mekân (outdoor) turizm etkinlikleri için yapılacak faaliyetlerin gece saatlerine kaydırılması ziyaretçilerin termal açıdan daha konforlu koşullarda hareket etmesini sağlayarak seyahat deneyimini iyileştirebileceği gibi olumsuz sağlık koşullarının ortaya çıkmasını da engelleyecektir. Ayrıca turizm faaliyetlerinin gece saatlerinde termal konfor açısından daha rahat yapılması dış mekân (outdoor) etkinliklere katılım oranını da arttıracak ve gece faaliyetlerinin gündüz etkinliklerine göre belirtilen aylarda daha cazibeli kılacaktır.

Araştırma sahasında kış aylarında gündüz kuşağında aralık ve şubat aylarında kısa süreli de olsa öğlen saatlerinden serin koşullar gözleendiğinden (Şekil 3) belli önlemler almak koşuluyla (vücudu sarmalayan kıyafet kullanımı) termal konfor açısından turizm faaliyetlerinin söz konusu saatlerde yapılması ziyaretçiler için uygun olur; ancak belirtilen aylarda öğlen saatleri dışındaki zamanda ve ocak ayının genelinde soğuk stres koşulları hakim olduğundan söz konusu saatlerde turizm etkinliklerinin yapılmaması veya kapalı ortam etkinliklerine ağırlık verilmesi gerekir. Soğuk

stres koşullarının egemen olduğu saatlerde gerçekleştirilen turizm etkinlikleri seyahat tatmin düzeyini olumsuz etkileyebilir.

## **Sonuç ve Öneriler**

Araştırma sahasında genel hatları ile termal konfor şartları şu şekildedir: Araştırma sahasında termal açıdan turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin yapılabileceği en uygun koşullar gündüz kuşağında ekim, kasım, mart ve nisan ayları ile mayıs ayı (kısmen) iken (Şekil 4-6.) gece kuşağında termal açıdan en uygun koşullar mayıs (kısmen), haziran, temmuz, ağustos ve eylül aylarında gözlenir (Şekil 4-5-6.). Mayıs (kısmen), haziran, temmuz ağustos ve eylül aylarında (Şekil 4-5-6.) gündüz kuşağında gözlenen sıcak stres koşulları turizm ve rekreasyon faaliyetleri için olumsuz termal koşulları yaratacağından söz konusu aylarda turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin akşam saatlerini de kapsayacak şekilde gece saatlerine kaydırılması ziyaretçilerin sağlığı ve seyahat deneyimi açısından olumlu olacaktır. Araştırma sahasında aralık ve şubat aylarında öğlen saatlerinde kısa süreli serin koşullar gözlenirse de kış mevsiminin (aralık, ocak, şubat) genelinde soğuk stres koşulları gözlemlendiğinden dış mekân (outdoor) turizm ve rekreasyon faaliyetleri için uygun termal koşullar söz konusu değildir (Şekil 3). Yine gece kuşağında mart, nisan, kasım aylarında da soğuk stres koşulları gözlemlendiğinden termal açıdan uygun koşullar söz konusu değildir (Şekil 4-6).

Araştırma sahasında turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin planlanmasında Tablo 3.'te ifade edilen şekliyle hareket edilmesi turizm ve rekreasyon faaliyetleri için uygun planlama ve etkinliklerin yapılması ve ziyaretçilerin seyahat deneyimi açısından olumlu sonuçlar ortaya çıkaracaktır. Tablo 3'te yıl içinde aylara göre gece- gündüz kuşağında hangi konfor koşullarının etkin olduğu ifade edilmiştir. Aynı ayın gece ve gündüz kuşağında farklı termal

koşulların gözleniyor olması gün içinde yaşanan saate bağlı olarak farklı termal koşulların gözlenmesiyle ilgilidir.

Araştırma sahasında gündüz kuşağında kasım, aralık, şubat, mart aylarında serin ve hafif serin koşulların gözleendiği saatlerde vücudu sarmalayan kıyafet kullanımı ile termal açıdan konforlu koşullar oluşturulabilir. Yine gündüz kuşağında nisan, mayıs, ekim aylarında termal açıdan hafif sıcak koşulların gözleendiği saatlerde ince kıyafet kullanımı (tişört, şort vb.), şapka ve şemsiye kullanımı, su başta olmak üzere yeterli sıvı tüketimi (su taşıma) ile termal açıdan konforlu koşullar sağlanabilir. Araştırma sahası genelinde turizm ve rekreasyon faaliyetleri için termal açıdan en uygun koşullar ilkbahar (nisan, mayıs) ayları ile sonbahar (ekim, kasım) aylarını kapsamaktadır. Bu kapsamda termal konfor koşullarının kış turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu dönemle (aralık, ocak, şubat) yaz turizm faaliyetlerinin yoğun olduğu dönemin (haziran, temmuz, ağustos) dışında olması araştırma sahasına yıl içinde diğer turizm aktivitelerine alternatif bir dönem yaratmaktadır. Bu da turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin belli dönemlerin dışında da yapılabileceğini kanıtladığından turizm ve rekreasyon faaliyetlerinin yılın tamamına yayılabileceğini göstermektedir.

*Tablo 3 Araştırma Sahasında Termal Koşulların Yıl İçinde Gece ve Gündüz Kuşağındaki Dağılımı*

|         | Soğuk stres |        | Serin |        | Hafif Serin |        | Konforlu |        | Hafif Sıcak |        | Sıcak Stres |        |
|---------|-------------|--------|-------|--------|-------------|--------|----------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
|         | Gece        | Gündüz | Gece  | Gündüz | Gece        | Gündüz | Gece     | Gündüz | Gece        | Gündüz | Gece        | Gündüz |
| Ocak    |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Şubat   |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Mart    |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Nisan   |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Mayıs   |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Haziran |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Temmuz  |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Ağustos |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Eylül   |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Ekim    |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Kasım   |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |
| Aralık  |             |        |       |        |             |        |          |        |             |        |             |        |

Bu çalışmanın bazı kısımlarında Ramazan Fıratoğlu’nun “GAP Turizm Destinasyonunda Biyoklimatik Konfor Koşullarının Turizm Faaliyetleri Açısından Değerlendirilmesi” başlıklı tezinden yararlanılmıştır.

## Kaynakça

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (ASHRAE). (2004). *ANSI/ASHRAE Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy*. Author.

Atalay, İ. (2005). *Genel beşerî ve ekonomik coğrafya* (4. bs.). Meta Basım Matbaacılık.

Atalay, İ. (2013). *Uygulamalı klimatoloji* (2. bs.). Meta Basım Matbaacılık.

Atalay, İ., & Mortan, K. (2007). *Türkiye bölgesel coğrafyası* (Genişletilmiş 4. bs.). İnkılap Kitabevi.

Aytaç, A. S., & Kolbüken, M. (2019). Şanlıurfa merkez ilçelerinde biyoklimatik konfor koşulları ile doğal ölüm olayları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine yönelik ilk bulgular (2013–2015). *Turkish Studies – Social Sciences*, 14(6), 2885–2906.

Çağlak, S. (2021). *İklim değişikliğinin biyoklimatik konfor şartları üzerine etkileri ve olası sonuçları* (Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Açık Erişim Sistemi.

Erinç, S. (1993). Türkiye fiziki coğrafyasının ana çizgileri. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, 10, 1–26.

Erol, O. (2004). *Genel klimatoloji* (6. bs.). Çantay Kitabevi.

Fıratoğlu, R. (2025). *GAP turizm destinasyonunda biyoklimatik konfor koşullarının turizm faaliyetleri açısından değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi, Harran Üniversitesi).

Fıratoğlu, R., & Aytaç, A. S. (2026). Diyarbakır şehrinde biyoklimatik konfor koşullarının turizm faaliyetleri açısından değerlendirilmesi. *International Journal of Geography and*

Gülcan, B., Olcay, A., Sakal, H. B., & Atılğan, E. (2024). *Gaziantep turizm tanıtım ve geliştirme yol haritası*. Kapadokya Üniversitesi Sosyal ve Stratejik Çalışmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi.

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature—A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 71–75.

Kaya, B. G., & Güngör, Ş. (2022). Aydın ili biyoklimatik konfor şartlarının turizm konfor indeksi ile analizi. *Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi*, 4(2), 65–70.

Kolbüken, M., & Aytaç, A. S. (2020). The investigation of the relationship between bioclimatic comfort conditions and natural mortality cases in Şanlıurfa province (2013–2015). *International Journal of Geography and Geography Education*, 41, 346–366.

Kum, G., & Kılıç, S. (2014). Şehirleşmenin sıcaklık ve yağış parametreleri üzerine etkisi: Gaziantep örneği. *Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(6), 21–42.

Matzarakis, A. (2006). Weather and climate-related information for tourism. *Tourism and Hospitality Planning & Development*, 3(2), 99–115.

Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. (1999). Applications of a universal thermal index: Physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 76–84.

Matzarakis, A., & Mayer, H. (1996). Another kind of environmental stress: Thermal stress. *WHO News*, 18, 7–10.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü. (2026, June 17). *İl ve ilçelere ait istatistikî veriler*. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=GAZIANTEP>

Mieczkowski, Z. (1985). The tourism climatic index: A method of evaluating world climates for tourism. *The Canadian Geographer*, 29(3), 220–233. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1985.tb00365.x>

NASA POWER. (2023, April 20). *Meteorological data*. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Önder, S. (2003). A study on the determination of the recreational bias and demands of students at Selçuk University. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(32), 31–38.

Öngel, K., & Mergen, H. (2009). Isıl konfor parametrelerinin insan vücudundaki etkilerine yönelik literatür taraması. *S.D.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi*, 16(1), 21–25.

Perry, A. H. (1972). Weather, climate and tourism. *Weather*, 27(5), 199–203. <https://doi.org/10.1002/j.1477-8696.1972.tb04291.x>

Toy, S. (2010). *Biyoklimatik konfor değerleri bakımından Doğu Anadolu Bölgesi rekreasyonel alanların incelenmesi* (Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi).

Toy, S., & Yılmaz, S. (2009). Peyzaj tasarımında biyoklimatik konfor ve yaşam mekânları için önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 133–139.

Toy, S., & Yılmaz, S. (2010). Artvin ilindeki iklim şartlarının turizm ve rekreasyon aktiviteleri açısından uygunluğunun değerlendirilmesi. In *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildirileri* (Cilt 4, ss. 1513–1522).

Toy, S., Aytaç, A. S., & Kantor, N. (2016). Human biometeorological analysis of the thermal conditions of the hot Turkish city of Şanlıurfa. *Theoretical and Applied Climatology*. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1995-3>

Türkeş, M. (2022). *Klimatoloji ve meteoroloji* (2. bs.). Kriter Yayınevi.

Yener, Ş. D. (2021). Türkiye’deki tabiat parklarının rekreasyonel açıdan analizi. *Eurasian Journal of Forest Science*, 9(3), 122–133. <https://doi.org/10.31195/ejejfs.1002729>

Yücetaş, S. (2015). *Gaziantep ve çevresinde kültür turizmi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi).

## BÖLÜM 4

### ORD. PROF. ALİ TANOĞLU’NUN “TÜRKİYE’DE KURAKLIK İNDİSLERİ” ÇALIŞMASINA GENEL BİR BAKIŞ

EROL KAPLUHAN<sup>1</sup>

#### Giriş

Ord. Prof. Dr. Ali Tevfik Tanoğlu 1904’te Kosova Senice’de doğmuştur. 1929’da İstanbul Darülfünunu Coğrafya Bölümünü bitirmiş, açılan bir sınavı kazanarak Fransa’ya gönderilmiştir. Burada E. de Mortanne ve A. Demangeon gibi dönemin dünyaca ünlü fiziki ve beşerî coğrafya hocalarının yanında, Sorbonne Üniversitesinde lisans öğrenimini 1933’te tamamlamış, yurda dönüşünde İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümünde görevlendirilmiştir. 1934’te beşerî ve iktisadi coğrafya doçentliğine atanmış ve 1942’de bu kürsünün profesörlüğüne yükseltilmiştir. 1950-1952 ve 1956-1957 yıllarında İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi dekanlığı ile 1957-1959 arasında

---

<sup>1</sup>Prof. Dr., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Orcid: 0000-0002-2500-1259.

İstanbul Üniversitesi rektörlüğü yapmıştır. 1959’da ordinaryüs profesörlüğe yükselmiştir, 1974’te emekli olan Tanoğlu 1978 yılında vefat etmiştir (Yiğit & Tuncel, 2017: 61).

İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Beşerî ve İktisadi Coğrafya Anabilim Dalı ilk başkanı olan Ord. Prof. Ali Tanoğlu yaptığı çalışmalarla yurdumuzda modern beşerî coğrafyanın gelişmesine büyük katkılar sağlamıştır. Tanoğlu, esas itibarıyla çalışmalarını beşerî coğrafya konuları üzerinde yoğunlaş-tırılmış Türkiye’de tarımsal yaşamın coğrafi karakterini, toprak ve nüfus ilişkilerini inceleyerek, enerji kaynakları, tarım ve enerji coğrafyası konularında önemli katkılar yapmıştır. Yaptığı beşerî ve iktisadi coğrafya çalışmalarının yanı sıra Türkiye’nin hipsografya eğrisi ve ilk kuraklık indisini çizerek klimatoloji çalışmalarının gelişmesine de katkıda bulunmuştur.

Ord. Prof. Ali Tanoğlu’nun başlıca çalışmaları (Yiğit & Tuncel, 2017: 61-63).

1940: Enerji Kaynakları, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayınları No: 6, İstanbul.

1942: Ziraat Hayatı I; Orta İklim Memleketlerinde Ziraat, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayınları No: 177, İstanbul.

1943: “Malatya Dolaylarında Coğrafi Geziler”, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:2, s. 195- 212, Ankara.

1943: “Türkiye’de Büyük Su İşlerinin Bugünkü Durumu ve Türkiye’nin Su Davası”, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 3-4, s. 288-308, Ankara.

1943: “Türkiye’de Kuraklık İndisleri”, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:1, s. 36- 41, Ankara.

1943: “Ziraatımızın Coğrafi Karakterleri ve Başlıca Meseleleri”, İktisat Fakültesi Dergisi, c. 4 sy. 4, s. 321-354, İstanbul.

1944: “Malatya Dolaylarında Coğrafi Geziler II”, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 5-6, s. 61-84, Ankara.

1944: “Samsun Limanı ve Hinterlandı”, İstanbul Üniversitesi Haftası: Samsun, s. 44-71, İstanbul.

1944: “Samsun Şehri”, İstanbul Üniversitesi Haftası: Samsun, s. 283-296, İstanbul,

1945: “Türkiye’de Çiftçi Nüfus Yoğunluğu Meselesi”, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı:7-8, s. 107-118, Ankara.

1946: “Kurak Bölgelerde Tarım ve Bu Bakımdan Konya Bölgesinin Durumu”, İstanbul Üniversitesi Haftası: Konya, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayınları No: 290, s. 85, İstanbul.

1947: “Türkiye’nin İrtifa Kuşakları”, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 9-10, s. 37-63, Ankara.

1947: Türkiye’de Jeolojik ve Jeomorfojenik Tetkik Seyahatleri, (E.Chaput’dan çeviren), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayınları No: 11, İstanbul.

1949: Enerji Kaynakları, 2. Baskı, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayınları No:6, İstanbul.

1952: “Bulgaristan Türklerinin Son Göç Hareketi (1950-1951)”, İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası, c. 14, Sayı:1-4, s. 129-161.

1953: “Bolu-Gerede Arasındaki Çağa Depresyonu Hakkında Küçük Bir Not”, (H. İnandık ile), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 3-4, s. 198-199, İstanbul.

1953: “Bir Buharlaştırma ve Terleme Ölçeği”, (Erinç ile), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Cilt: 2, Sayı:3-4, s. 3-5, İstanbul.

1953: “Mısır ve Süveyş Kanalı”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 3-4, s. 18-47, İstanbul.

1953: “İşkân Coğrafyası Esas Fikirler, Problemler ve Metod”, Türkiyat Mecmuası, Sayı:11, s. 1-32, İstanbul.

1954: “Kurzer Bericht Uber Die Cağa-Depression Zwischen Bolu Und Gerede”, (H. İnandık ile), İ.Ü. Geo. Inst. Review, Sayı: 1, s. 179-180, İstanbul.

1954: “La Geographie De I’Est De I’Anatolie d’apres Sırrı Erinç”, İ.Ü. Geo. Ins. Re-view, Sayı: 1, s. 186-189, İstanbul.

1954: “Şeker Kamışı Ziraati ve Sanayi ve Bu Sanayiın Türkiye’deki İmkanları”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 5-6, s. 35-45, İstanbul.

1954: “The Geography Of Settlement”, İ.Ü. Geo. Ins. Review, Sayı: 1, s. 1-27, İstanbul.

1954: “Doğu Anadolu Coğrafyası (Erinç’e Göre)”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Cilt:3, Sayı: 5-6, s. 231-234, İstanbul.

1954: “Ağır Demir Sanayii ve Türkiye’deki Durumu (Tümertekin’e Göre)”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 5-6, s. 235-237, İstanbul.

1956: “The Garsak Gorge And The Sakarya River Diversion”, (S.Erinç ile), İ.Ü. Geo. Ins. Review No: 3, s. 1-12.

1956: “Garsak Boğazı ve Eski Sakarya”, (S. Erinç İle), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 7, s. 17-30, İstanbul.

1957: “Misiköy Boğazı”, (S.Erinç ile), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı:8, s. 78-82, İstanbul.

1958: Enerji Kaynakları, 3. Baskı, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yay. No: 6, İstanbul.

1959: “Die Vertielung Der Bevölkerung in Der Türkei”, İ.Ü. Geo. Ins. Review, sy. 5, s. 94-106.

1959: “Türkiye’de Nüfusun Dağılışı”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı:10, s. 1-15, İstanbul.

1959: “Devolopments Of Water Power in Turkey”, İ.Ü. Geo. Ins. Review, sy. 5, s. 3-22.

1961: Türkiye Atlası, (S.Erinç ve Erol Tümertekin ile), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayın No: 30, İstanbul.

1962: “La Mecanisation De l’Agriculture en Turquie”, Geo. Ins. Review, sy. 8, s. 33-46.

1963: “Soil in Turkey”, Geo. Ins. Review, sy. 9-10, s. 38-57.

1963: “Türkiye’de Toprak”, İ.Ü. İktisat Fak. Mecmuası, c. 23, sy. 3-4, s. 194-215.

1963: “Türkiye’nin Coğrafi Mevkii ve Bu Mevkii ile İlgili Bazı Meseleler”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı:13, s. 50-63, İstanbul.

1964: “Coğrafya Nedir?”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 14, s. 3-14, İstanbul.

1965: “Dünyada Nüfus Artışı ve Doğurduğu Problem”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı: 15, s. 40-59, İstanbul.

1966: Beşerî Coğrafya Nüfus ve Yerleşme, İstanbul Üniversitesi Yay. No: 1183, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitü Yay. No: 45, İstanbul.

1968, Ziraat Hayatı I, Ziraat Tarihine Bir Bakış ve Orta İklim Memleketlerinde Ziraat, (‘. Baskı), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yayın No: 8, İstanbul.

1969: “Türkiye’nin Coğrafi Mevkii ve Bu Mevkii ile İlgili Bazı Meseleler”, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Dergisi, Sayı:13, s. 50-63; İstanbul.

1969: Nüfus ve Yerleşme (2. Baskı), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yay. No: 45, İstanbul.

1971: Enerji Kaynakları, 4. Baskı, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yay. No: 6, İstanbul.

1976: Türkiye’de Jeolojik ve Jeomorfojenik Tetkik Seyahatları (E. Chaput’dan çeviren), (2. Baskı), İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitü Yay. No: 11, İstanbul.

Coğrafyanın çeşitli konularında araştırmaları olan Ord. Prof. Ali Tanoğlu, bilim hayatımıza coğrafya alanında çok değerli eserler kazandırmıştır. Bu çalışmada Ord. Prof. Ali Tanoğlu’nun “Türkiye’nin Kuraklık İndisleri” isimli Klimatoloji konusunda hazırladığı ve Ziraat coğrafyası çok yakından ilgili temel çalışması ele alınmış, coğrafi perspektiften ele alınarak farklı yönleri aktarılmaya çalışılmıştır.

### **1.Türkiye’de Kuraklık İndisleri Çalışması**

Ord. Prof. Dr. Ali Tanoğlu’nun 1943 yılında Türk Coğrafya Dergisi’nin ilk sayısında yayımladığı “Türkiye’nin Kuraklık İndisleri” çalışması ve bu çalışmaya yer alan Türkiye Kuraklık İndis Haritası, Türk coğrafya literatüründe iklim ve hidrografya çalışmalarının mihenk taşlarından birisidir. Ayrıca bu çalışması, Türkiye’de kuraklık derecesini ve kurak alanları saptamak amacıyla yapılmış, literatürdeki ilk önemli ve sistemli araştırma kabul edilir. İlk Kuraklık indis haritasının yer aldığı bu çalışma Türkiye coğrafyasında klimatoloji çalışmalarının temellerini oluşturan bir çalışma olması hasebiyle son derece önem arz etmektedir.

Ord. Prof. Ali Tanoğlu bu makalesi Türk Coğrafya Dergisinin 1. Sayısında 1943 yılında yayınlanmıştır. Tanoğlu bu makalesinde; yalnız yağış miktarı ve yağışın sene içindeki dağılışı ile kurak ve nemli bölgelerin ayırt edilemeyeceğini bunlardan başka sıcaklık

derecesinin de hesaba katılması ve yağışla sıcaklığın birleştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir.

Tanoğlu makalesinde göre sıcaklık derecesi artınca buharlaşma da artacağından yağış miktarı sabit kalsa bile nemlilik derecesi azalacağını ve bu suretle aynı yağış miktarı ile asıl orta iklim kuşağında nemli sayılan bir bölgenin, tropikal ve astropikal kuşaklarda, hatta Akdeniz iklim kuşağında kurak olabileceğini ifade ederek, örnek olarak Akdeniz İklim kuşağına ve kısmen de astropikal kuşağa giren Türkiye’de kuraklık 300-400 mm, hatta 500 mm’den başladığı halde, daha kuzeydeki memleketlerde ancak 200-250 mm. den itibaren başlayacağını belirtmiştir.

Tanoğlu yine aynı makalede yılda ortalama 500 mm’den daha az yağmur alan İç Anadolu’nun kurak veya yarı kurak bir bölge sayılmasına rağmen, Güney Rusya’nın veya Sibirya’da yıllık yağışın bu miktarı geçmemesine karşın kuraklıktan sıkıntı çekmediğini, bunun sebebinin de kuzey memleketlerinde yağışın azlığına karşın yıllık ortalama sıcaklık derecelerinin de düşük olduğu ve aynı oranda buharlaşmanın da az olduğunu belirtmiştir.

Ayrıca aynı makalede verdiği diğer örnekte Kars’ta yıllık ortalama yağışın 548 mm, Erzurum’da ise 542 mm olduğu bunun yanında her iki ilde de iklimin nemli olduğu ve yıllık ortalama sıcaklıkların Kars’ta 4,5 Co iken Erzurum’da 5,9 Co buna karşın Adana’da yıllık ortalama yağışın 596mm iken Silifke’de 609 mm’yi bulduğu ancak bu iki ilin kuraklık tehdidi altında olduğu bunun sebebinin de bu iki ildeki yıllık ortalama sıcaklığın 18 Co a yaklaşması olduğunu ifade etmiştir.

Çalışmasında yalnız yağış haritaların ve yağışların sene içinde mevsimlere yahut aylara göre gösteren grafikler muhtelif bilgilerin nemlilik yahut kuraklık derecesi hakkında tam bir fikir veremeyeceğini bu harita ve grafiklerin yağış ve sıcaklık

derecelerinin birleştirilerek oluşturulacak yeni haritalarla tamamlanması gerektiğini ifade etmiştir.

Metodoloji (De Martonne Formülü): Bu formül, yağış (P) ve sıcaklık (T) ilişkisi üzerinden bir bölgenin ne kadar kurak veya nemli olduğunu gösterir.

Bu çalışmada kuraklık indis formüllerinden Emm. De Martonne'un kuraklık indis formülünü kullanılarak Türkiye'nin Kuraklık İndis haritasını oluşturmuştur. Tanoğlu bu haritayı oluştururken Fransız coğrafyacı Emmanuel de Martonne'un geliştirdiği yıllık kuraklık indisi formülünü Türkiye verilerine uyarlamıştır. Çünkü ona göre en iyi sonuç veren kuraklık indis formülü budur. Çalışmada bu düşüncesini şekilde ifade etmiştir; "...şimdiye kadar muhtelif ölçüt ve formüller ileri sürülmüştür ki bunlar arasında bizce en iyi netice vereni Emm. De Martonne'un (Traite de Geographie Physique, s. 253) şu formulüdür" (Tanoğlu, 1943: 37).

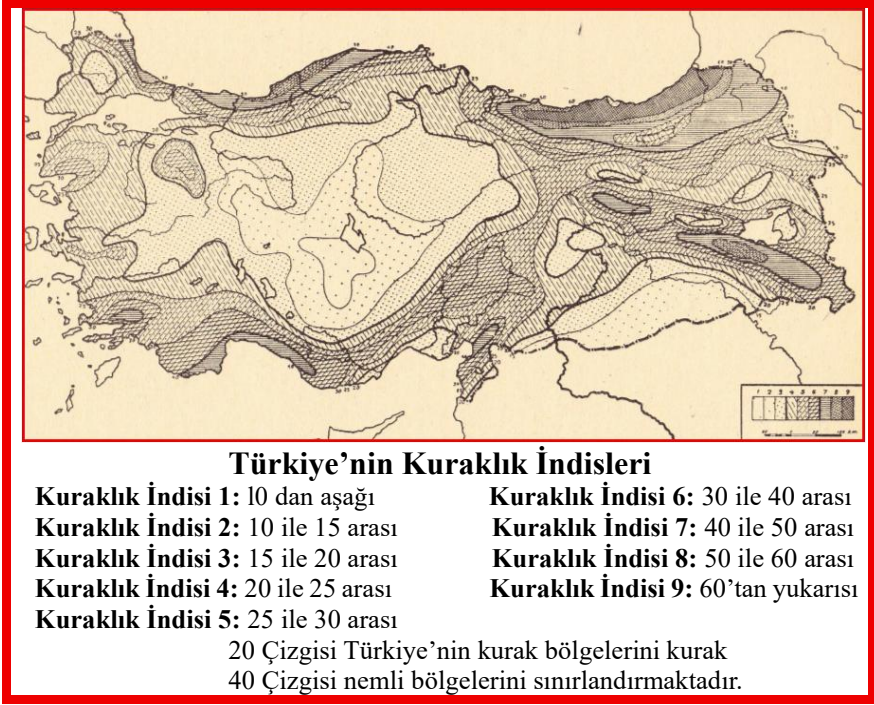
$$I = \frac{P}{T + 10}$$

**P:** Milimetre hesabıyla yıllık ortalama yağış miktarı

**T:** Santigrat derecesi hesabıyla yıllık ortalama yağış

Çalışmada Tanoğlu Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 1943 yılına kadar yayınladığı bültenlerdeki ortalamaları kullanarak Türkiye'nin Kuraklık İndis Haritasını oluşturmuştur. Tanoğlu bu formülü Türkiye'deki meteoroloji istasyonlarının verilerine uygulayarak, Anadolu'nun kuraklık derecelerini izohips mantığına benzer eş kuraklık çizgileri ile haritalandırmıştır (Harita 1).

### *Harita 1: Türkiye Kuraklık İndis Haritası*



**Kaynak:** Tanoğlu, 1943: 39.

Tanoğlu'nun çalışmayı yaptığı 1940'larda Türkiye'deki meteoroloji istasyonu sayısı günümüze göre oldukça oldukça sınırlıydı ve kayıt geçmişleri kısıydı dolayısıyla uzun süreli veri serilerine ulaşmak zordu. Ancak bu durumu çalışmasında kendisi de şu sözlerle ifade etmiştir; "...Hesaplar Meteoroloji Umum Müdürlüğünün şimdiye kadarki çıkardığı bültenlerdeki ortalamalara dayanmaktadır. Gözleme istasyonları yeni olduğu için bu ortalamalara son ve gerçek değerler gözü ile bakılamayacağından harita da şüphesiz muvakkat bir değeri haizdir" (Tanoğlu, 1943: 37).

Tanoğlu, bu kısıtlı imkanlara rağmen Türkiye ikliminin genel karakterini, nemli ve kurak bölgelerin sınırlarını şaşırtıcı bir isabetle çizmeyi başarmıştır. Tanoğlu'nun çalışmasında oluşturduğu bu harita Türkiye'nin ana çizgiler ile olsun, nemli, az nemli, yarı kurak

ve kurak bölgelerini oldukça doğru bir şekilde ortaya çıkarmaktadır. Nemli bölgelerde 40 çizgisi ile sınırlanmaktadır. Az nemli ve yarı kurak bölgeler 20 ile 40 çizgileri arasında kalan bölgelerdir. Kurak bölgeler ise 20 çizgisinden aşağı olan bölgelerdir. Çalışmada 20 çizgisinin altında kalan sahalara Türkiye’de iç çerçevesi ile beraber bütün İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu, kısmen Ege Bölgesi, kısmen Güney Anadolu’yu (Çukurova ve Silifke dolaylarını), Trakya’nın iç kısmını ve nihayet Doğu Anadolu’da bazı havza, ova ve çukur ovalar (Malatya, Elâzığ, Erzincan, Muş, Malazgirt, Van, Iğdır) olarak tespit edilmiştir.

Ayrıca Tanoğlu’nun oluşturduğu Harita; İç Anadolu, Güneydoğu Anadolu ve Ege-Akdeniz çöküntü ovaları gibi mikroklima alanlarındaki kuraklık eğilimlerini başarıyla ortaya koymuştur. Karadeniz kıyılarının nemli yapısı ile iç bölgelerin step (bozkır) iklimi arasındaki geçiş çizgilerini netleştirmiştir. Ziraat coğrafyası açısından bu sınırlandırma, hangi ürünün nerede ekonomik olarak yetiştirilebileceğinin CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) öncesi dönemdeki en net projeksiyonudur. Çalışmada yarı kurak olarak İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu nadasa dayalı tahıl tarımının (özellikle Dry Farming ) zorunlu coğrafi mekanları olduğunu bilimsel olarak kanıtlamıştır.

Tanoğlu çalışmasında bu tespitlerini şu şekilde ifade etmektedir;

“Yıllık ortalama yağış miktarı ne olursa olsun bütün bu bölgeler az çok kuraktır, buralarda ekinler az çok kuraklığın tehdidi altındadır ve bir yıllık yağışla iyi ürün alınamayacağından ziraatte kuru ziraat (dry farming) yahut sulama (irrigation) usulü tatbik edilmek icab eder. Bu bölgeler arasında kuraklık derecesi itibari ile ayrıca üç grup bölge ayırt edilebilir. Birincisi 20 ile 15, ikincisi 15 ile 10 çizgileri arasında kalan, üçüncü grup bölgeler ise kuraklık indisi 10’dan aşağı olan bölgelerdir. Birinci grup, yani 20 ile 15 çizgileri arasında kalan bölgelerde kuraklık diğerlerine nazaran daha

azdır. Ziraatta sulama o derece zaruri değildir. Yalnız kutu ziraat kesin bir zorunluk halinde görünür” (Tanoğlu, 1943: 37).

Tanoğlu çalışmasını Türkiye Kuraklık İndis Haritasının ekstrem yıllara ait verilerle (Çok sıcak, Çok yağışlı ve Çok Kurak Yıllar) tamamlanması gerektiğini bu şekilde Türkiye’nin kurak, yarıkurak ve nemli bölgelerinin daha iyi belirleneceğini belirterek tamamlamıştır.

## **Sonuç**

Prof. Dr. Ali Tanoğlu’nun 1943 yılında Türk Coğrafya Dergisi’nin ilk sayısında yayımlanan “Türkiye’nin Kuraklık İndisleri (Indices d’aridité de la Turquie)” çalışması ve bu çalışmaya bağlı olarak ürettiği Türkiye Kuraklık İndisi Haritası, Türk klimatolojisi ve fiziki coğrafya tarihi açısından öncü bir çalışma niteliğindedir.

Tanoğlu, Türkiye’nin ilk kuraklık indis haritasını hazırlarken Fransız coğrafyacı Emmanuel de Martonne’un geliştirdiği yıllık kuraklık indisi formülünü esas almıştır. Tanoğlu bu formülü Türkiye’deki mevcut meteoroloji istasyonlarının verilerine uygulayarak, Anadolu’nun kuraklık derecelerini izohips mantığına benzer eş kuraklık çizgileri ile haritalandırmıştır.

Tanoğlu çalışmasında 1940’lı yıllarda Türkiye’de meteorolojik gözlem ağı ve veri işleme olanakları oldukça sınırlı olmasına rağmen eldeki sınırlı verilerle farklı bölgelerin yağış özelliklerini karşılaştırarak kuraklık riskinin mekânsal dağılımını açıklamaya çalışmış ve kuraklık indislerini kullanarak Türkiye’nin yarı kurak, yarı nemli ve nemli bölgelerinin net sınırlarını çizmiştir.

Çalışma yalnızca meteorolojik bir analiz değil, aynı zamanda tarım, yerleşme ve ekonomik faaliyetlerle ilişkili bir coğrafi değerlendirmedir. Türkiye’nin tek tip bir iklim alanı olmadığı; nemli Karadeniz kıyıları ile kurak iç bölgeler arasında büyük farklar

bulunduğu göstermiştir. Türkiye iklimi açısından bu görüş günümüzde de geçerliliğini korumaktadır.

Nemlilik indislerinin yüksek çıktığı Karadeniz ve Akdeniz Kuşağı ise sırasıyla her mevsim nem isteyen (çay, fındık) ve kış ılıklığı arayan yüksek katma değerli tarım ürünlerine ayrılması gerektiğini morfolojik ve klimatik olarak temellendirmiştir.

Tanoğlu'nun 1943 tarihli bu öncü çalışmasının hemen ardından; Sırrı Erinç (1965) kendi adıyla anılan “Erinç Kuraklık İndisi”ni geliştirmiş, daha sonra Thornthwaite ve modern dönemde Penman-Monteith, SPI (Standartlaştırılmış Yağış İndisi) gibi gelişmiş indisler kullanılmaya başlanmıştır. Ancak Tanoğlu'nun haritası, Türkiye’de “kuraklık” olgusunun bir kavram olmaktan çıkıp coğrafi koordinatlara ve formüllere dökülmesini sağlayan ve haritalayan ilk bilimsel çalışmadır.

## Kaynakça

Erinç, S. (1965), Yağış Müessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:41. İstanbul.

Göney, S. (1987), Türkiye Ziraat'ının Coğrafi Esasları-I. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 2600.

Kapluhan, E. (2013), Türkiye’de Kuraklık ve Kuraklığın Tarıma Etkisi, Marmara Coğrafya Dergisi, Sayı: 27, Sayfa: 487-510, İstanbul.

Tanoğlu, A (1943), Türkiye’nin Kuraklık İndisleri, Türk Coğrafya Dergisi, Sayı: 1, Sayfa: 36-41, <https://doi.org/10.17211/tcd.19606>, Ankara.

Yiğit, A. & Tuncel, H. (2017), Türkiye’de Coğrafyacılar (Türkiye Coğrafyacı Biyografileri 1915-2025), Türk Coğrafya Kurumu Yayınları Sayı: 8, Sayfa: 61-64, Bilecik.

