

KARBONDİOKSİT VE OKYANUS ASİTLENMESİ

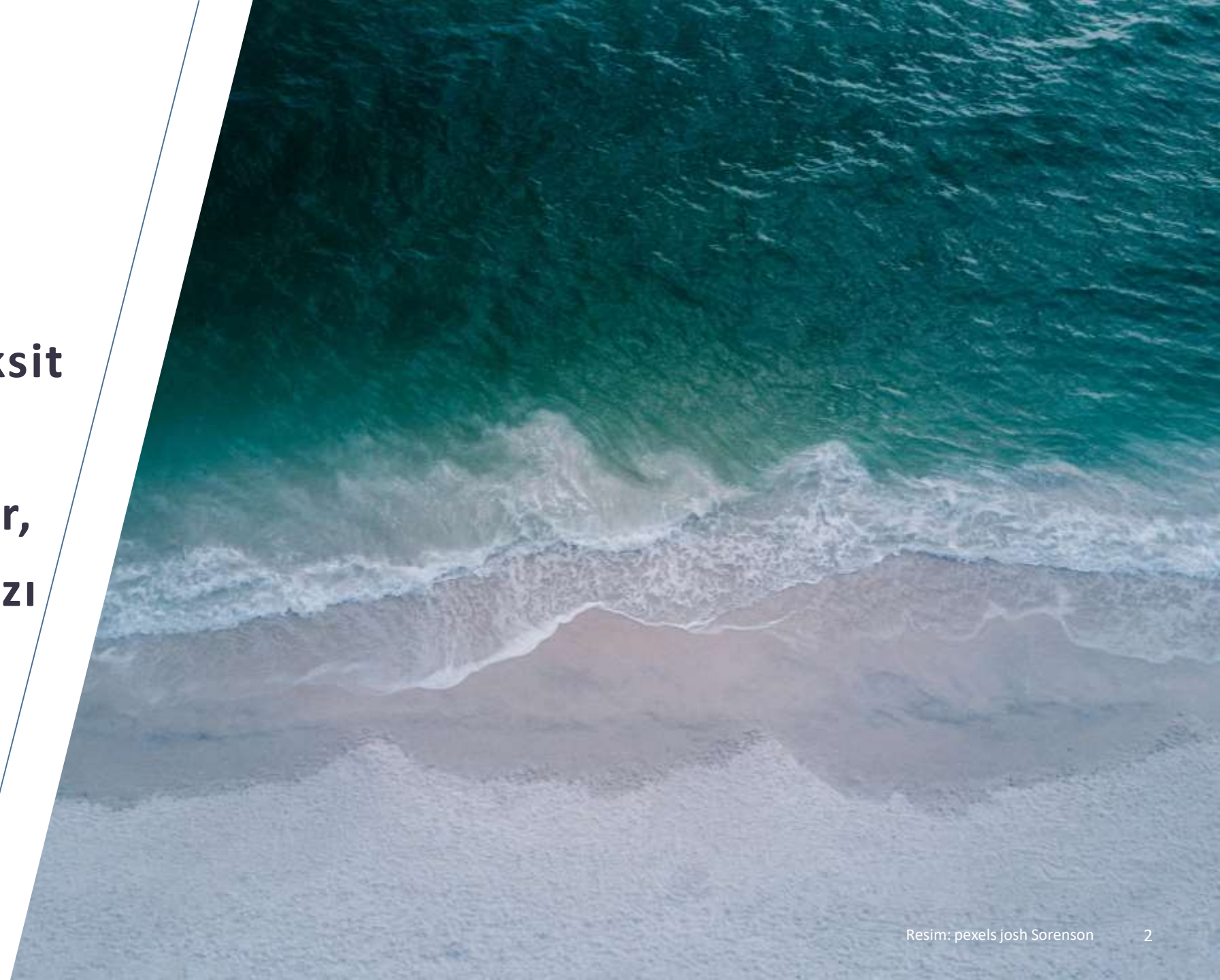
Berfin AKGÜNEŞ


Kimya Bölümü 4. Sınıf

Danışman:

Prof. Dr. Özkan DEMİRBAŞ

**İklim değişikliği,
yükselen karbondioksit
seviyelerinin çok
tartışılan bir etkisidir,
ancak okyanuslarımızı
da etkileyebilir[1].**





Okyanus yalnızca yiyecek, rekreasyon ve ulaşım için bir kaynak olarak hizmet etmekle kalmaz aynı zamanda atmosferik karbondioksit için önemli bir düzenleyici olarak hizmet eder. Okyanuslar atmosferdeki sera gazlarının dörtte birinden fazlasını soğurur. Karbondioksit güçlü bir sera gazıdır. Okyanus asitlenmesi, okyanusta çözünen aşırı karbondioksitin bir sonucu olarak deniz suyunun asitlenmesi ile meydana gelir. Geniş çapta yaşanan bu olaya aynı zamanda okyanus asidifikasyonu da denir[2].



Yaklaşık 200 yıl önce sanayi devriminin başlamasıyla birlikte okyanuslarımız her yıl daha fazla miktarda karbondioksit alıyor. Bu durum, okyanus yüzey sularının ortalama pH'ının yaklaşık 0.1 birim düşmesine (8.2'den 8.1'e) neden olmuştur [3].

pH

Asitlik ve alkalilik logaritmik pH ölçeğinde ölçülür. pH ölçeği, bir çözeltideki serbest hidrojen iyonlarının konsantrasyonunun ölçümüdür. 7'nin üzerindeki bir pH alkalidir; 7'nin altında asidiktir. Bir birimin değişimi, asitlik veya alkalinite de on kat değişikliği temsil eder, deniz suyu alkalidir ancak 0,1 birimlik değişim asitlikte %26'lık bir artış yaratır. Asitlikteki bu artışlar okyanus besin ağları, ekosistemler ve okyanusun sağladığı ekosistem hizmetleri üzerinde olumsuz etkilere yol açar[3].

1. pH 8.2 için:

$$\text{pH} = 8.2 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-8.2}$$

$$[\text{H}^+] \approx 6.31 \times 10^{-9} \text{ M}$$

2. pH 8.1 için:

$$\text{pH} = 8.1 \Rightarrow [\text{H}^+] = 10^{-8.1}$$

$$[\text{H}^+] \approx 7.94 \times 10^{-9} \text{ M}$$

$$\frac{[\text{H}^+]_{\text{pH } 8.1}}{[\text{H}^+]_{\text{pH } 8.2}} = \frac{7.94 \times 10^{-9}}{6.31 \times 10^{-9}} \approx 1.26$$

KİMYASAL SÜREÇ

1.Karbondioksitin Suya Geçişi: (CO₂):

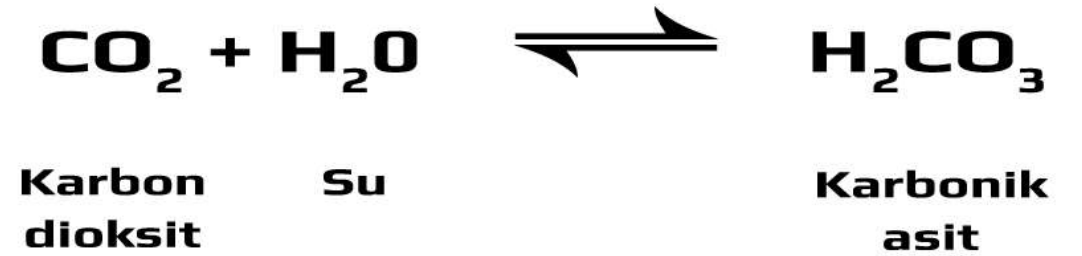
Atmosferdeki karbondioksit gazı , okyanus yüzeyinde difüze olarak su ile reaksiyona girmeye başlar. Bu süreç, özellikle okyanus yüzeylerinin geniş olduğu bölgelerde daha yoğun olur [4-5].



KİMYASAL SÜREÇ

2.Karbonik Asit Oluşumu:

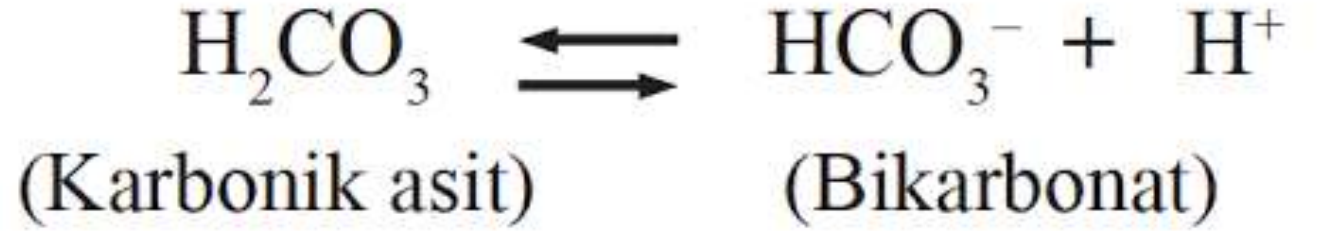
Karbondiyoksit suda çözüldükten sonra, su molekülleri ile reaksiyona girer. Bu reaksiyonla **karbonik asit** (H_2CO_3) oluşur [4-5].



KİMYASAL SÜREÇ

3. Karbonik Asidin İyonlaşması:

Karbonik asit zayıf bir asittir ve kararsız yapıya sahiptir bu yüzden iki aşamalı bir iyonlaşma reaksiyonu geçirir. İlk olarak, karbonik asit, **bikarbonat iyonu** (HCO_3^-) ve **hidrojen iyonu** (H^+) üretir [4-5].



KİMYASAL SÜREÇ

İkinci olarak, bikarbonat iyonu, karbonat iyonu (CO_3^{2-}) ve bir başka hidrojen iyonu (H^+) üretir.

Bu reaksiyonlar sonucunda deniz suyunda daha fazla hidrojen iyonu (H^+) üretilir, bu da suyun daha asidik hale gelmesine neden olur [4-5].

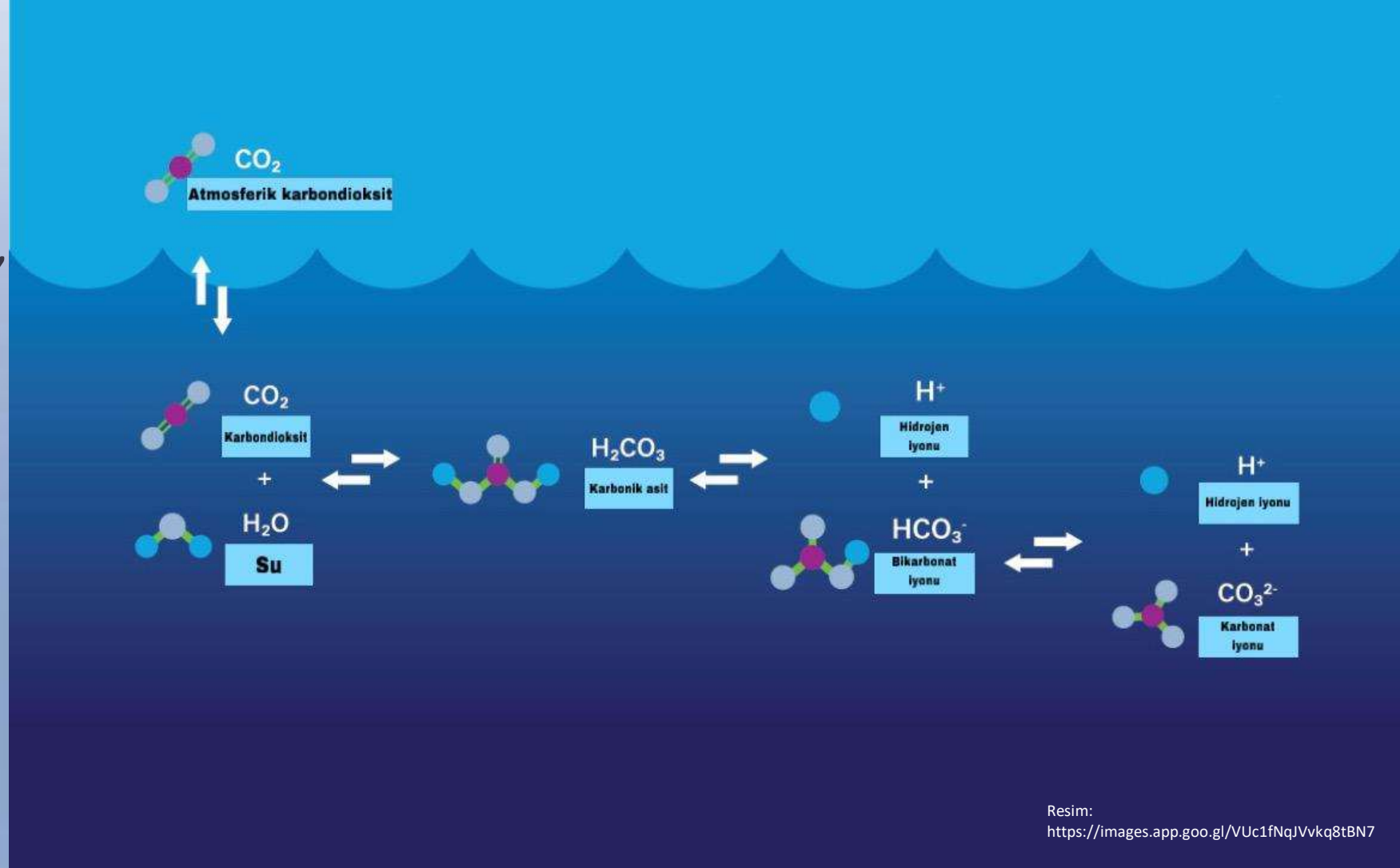


KİMYASAL SÜREÇ

4. pH Düşüşü:

Hidrojen iyonlarının artışı, suyun pH seviyesinin düşmesine yol açar.

Okyanuslar zaman içinde daha asidik hale gelir[4-5].



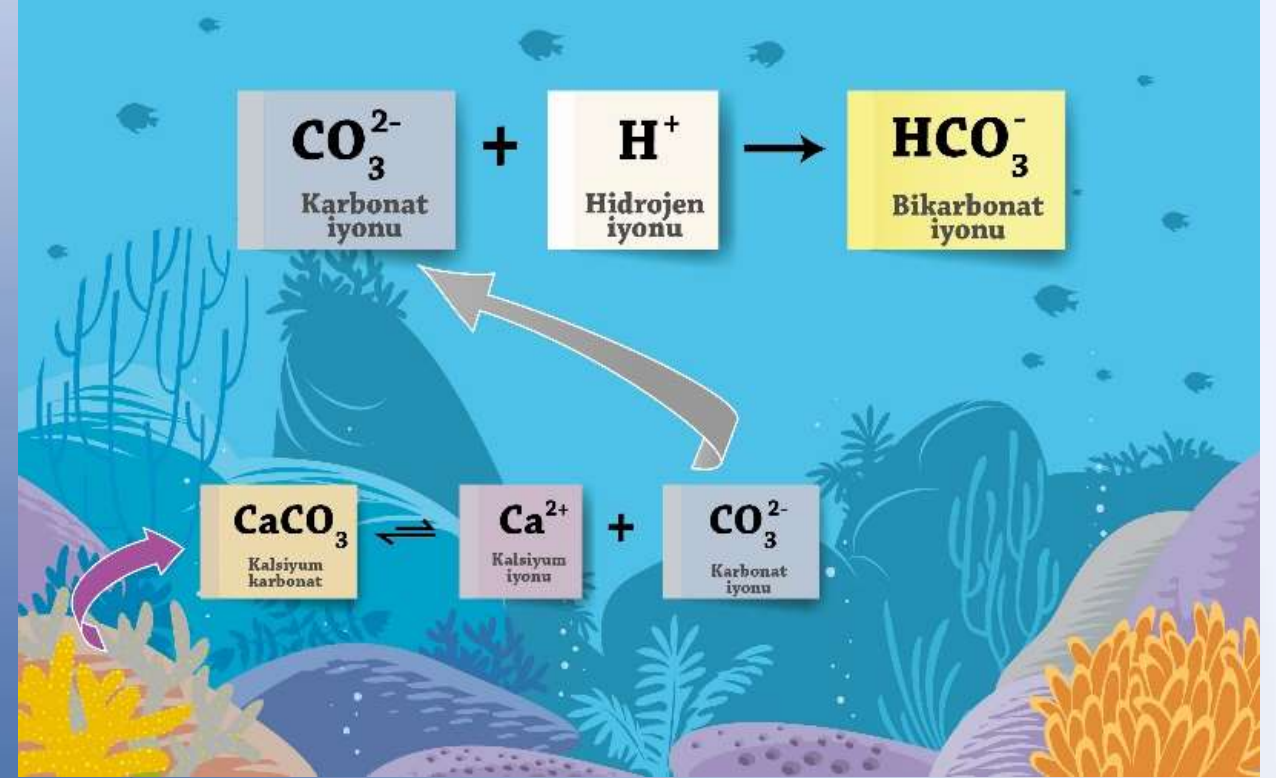
ÇEVRESEL ETKİLER

1. Balıkçılık ve Deniz Ürünleri Üretimi Üzerindeki Etkiler

a) Kabuklu Deniz Canlıları: Okyanusların asitlenmesi, deniz yaşamını olumsuz etkileyebilir. Özellikle kabuk yapısında kalsiyum karbonat bulunan canlılar (örneğin mercanlar, midyeler, istiridyeler) bu asidik ortamda daha zor kabuk oluşturur. Bu da deniz ekosistemlerinde büyük değişimlere yol açabilir [6].

KALSİFİKASYON

Asidik ortamda fazla **hidrojen iyonu (H^+)** olduğu için, bu **hidrojen iyonları**, canlılarda iskelet yapısı oluşturması gereken karbonat iyonları (CO_3^{2-}) ile reaksiyona girer ve **bikarbonat (HCO_3^-)** üretir. Bu kimyasal denge, **karbonat iyonlarının konsantrasyonunun azalmasına** neden olur. Çünkü daha fazla **karbonat iyonu bikarbonata dönüşür**. Böylece iskelet yapılarında net bir azalma (kalsifikasyon) görülür [7-8].



<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/karbondioksit-sungeri-okyanuslar>

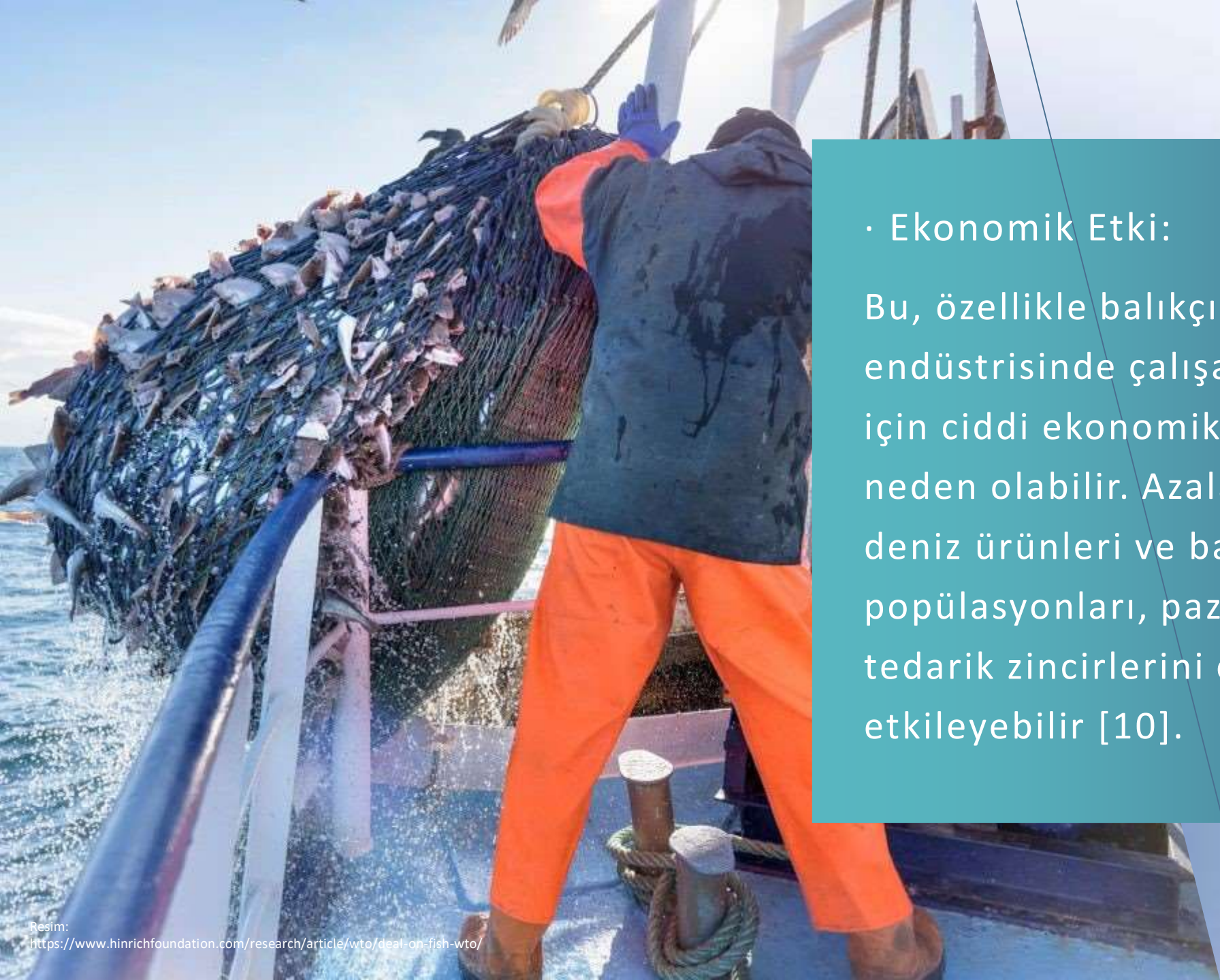
Kalsiyum karbonat kabukları oluşturan küçük deniz canlıları olan pteropodlar(deniz kelebeği) asidik deniz suyuna maruz kaldıktan 0,15,30 ve 45 gün maruz kaldıktan sonraki evreleri. Bu canlı kabuklu bir deniz hayvanıdır ve somon balıklarından balinalara kadar çoğu hayvanın besin kaynağıdır. Pteropodu 2100 yılı için tahmin edilen asiditede bir suyun içine koyduğumuzda kabuğu 45 gün içinde çözünür ve yaşamaya devam edemez [9].



b) Balıklar ve Diğer Deniz

Canlıları:

Asidik su, balıkların sinirsel, kas ve kemik gelişimini olumsuz etkileyebilir; yumurta ve larva aşamalarında da zarar görmelerine neden olabilir. Bu da balıkların popülasyonunu tehdit eder [10].



• Ekonomik Etki:

Bu, özellikle balıkçılık endüstrisinde çalışan insanlar için ciddi ekonomik kayıplara neden olabilir. Azalan kabuklu deniz ürünleri ve balık popülasyonları, pazarları ve gıda tedarik zincirlerini olumsuz etkileyebilir [10].

2. Mercan Resiflerinin Zara Görmesi

Okyanus asitlenmesinin tehdit ettiği en kritik ekosistemlerden bazıları mercan resifleridir. Sert mercanlar iskeletlerini kalsiyum karbonattan oluştururlar, bu nedenle artan okyanus asitliği iskeletlerinin deforme olmasına ve beyazlaşmasına neden olmaktadır. Beyazlama olayları mercanları mutlaka öldürmese de, onları strese sokarak, ölme olasılıklarını çok daha yüksek seviyelere taşır. Mercan resifleri birçok balık için önemli yaşam alanları ve kıyı toplulukları için kıyı şeridi koruması görevi görür. Bu hayati ekosistemlerin kaybı, orada yaşayan organizmalar ve onlara güvenen kıyı toplulukları için büyük bir problem yaratır. [10-11].



·Turizm Etkisi:

Mercan resifleri, dünya çapında milyonlarca turistin ilgisini eker ve önemli bir turizm gelir kaynağıdır. Mercanların bozulması, turizmin yanı sıra balıkçılığı da olumsuz etkiler [10]



3. Gıda Güvenliđi

Okyanus asitlenmesi, deniz canlılarının toksinleri daha fazla vücutlarında biriktirmesine neden olabilir. Bu toksinler, balıklar ve diğer deniz ürünleri aracılığıyla insanlara geçebilir. Bu durum, özellikle deniz ürünleri tüketen insanlar için sağlık riski oluşturur [12].



Bu Konuda Yapılan alışmalar:

Yosun ormanları, inanılmaz derecede üretken ekosistemler olmasının yanı sıra okyanuslardaki karbondioksiti azaltmak için en iyi çözümlerden biridir. Yosun fotosentez yapar ve sudan karbondioksit emer.

Okyanustaki karbondioksit miktarını azaltmak ortamı daha az asidik hale getirir. Okyanus asitliğini azaltmanın yanı sıra yosunun kıyı erozyonunu azaltmak ve deniz organizmaları için bir yaşam alanı sağlamak gibi çevreye sayısız faydası daha vardır [13].



Bu Konuda Yapılan Çalışmalar:

Okyanus fertilizasyonu, okyanuslarda planktonların büyümesini teşvik ederek daha fazla karbonun okyanus yüzeyinden derinlere çekilmesini sağlamayı amaçlayan bir yöntemdir.

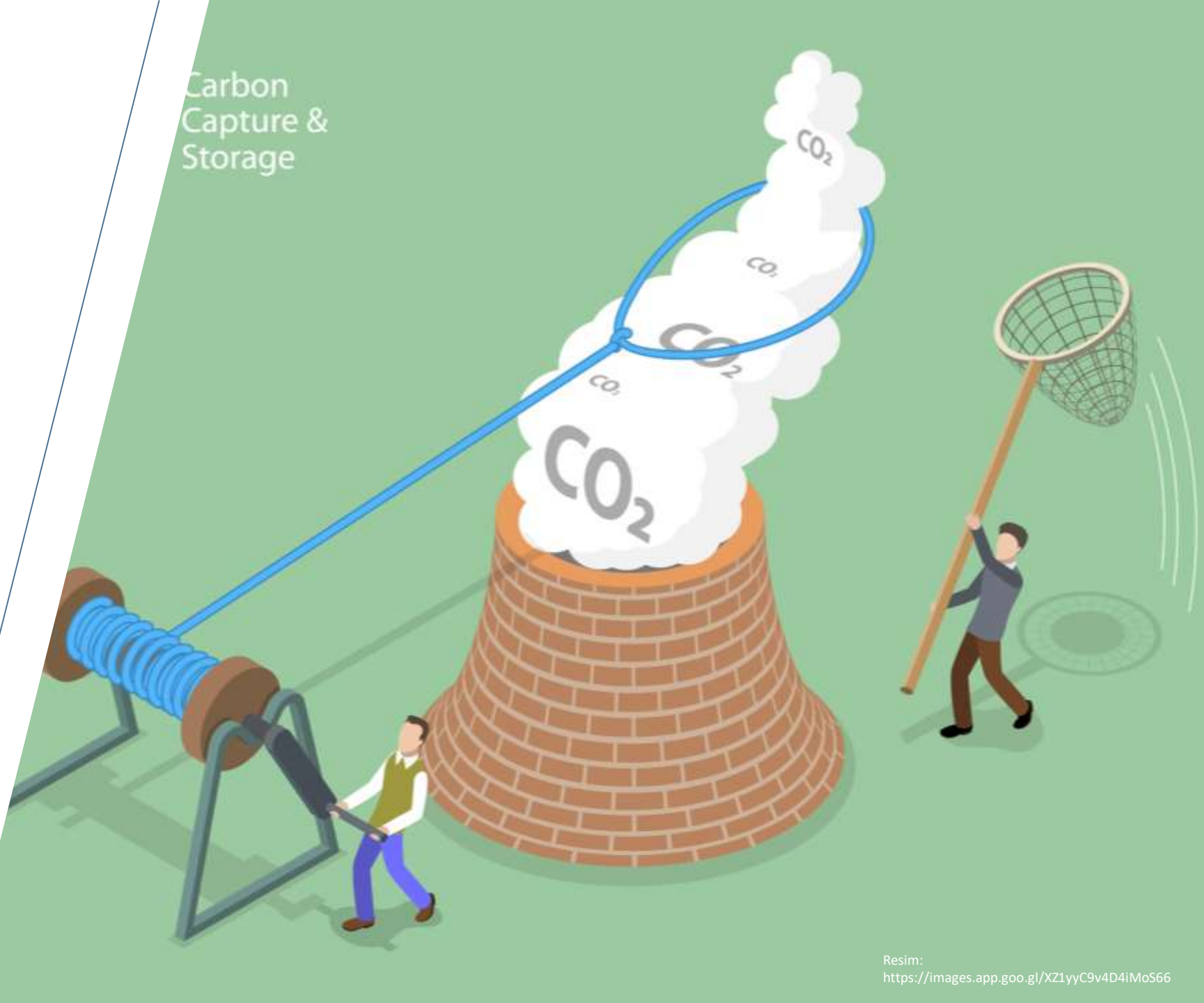
Planktonlar, fotosentez yoluyla atmosferdeki karbondioksiti alır ve bu karbonu suyun derinliklerine taşır. Fertilizasyon, genellikle **demir** gibi besin maddelerinin eklenmesiyle yapılır, çünkü bu elementler plankton büyümesini tetikler.

Demir gübrelemesi: Okyanuslarda demir eksikliği, plankton büyümesini sınırlayan bir faktördür. Demir eklemek, planktonların büyümesini artırarak daha fazla karbon emilmesine yol açabilir [13-14].



Bu Konuda Yapılan Çalışmalar:

Karbon Yakalama ve Depolama teknolojisi (CCS), atmosferdeki **karbondioksit (CO₂)** emisyonlarını azaltmaya yönelik bir süreçtir. Bu teknoloji, endüstriyel faaliyetler ve fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan karbon emisyonlarını doğrudan **kaynağında** yakalayıp, okyanusların derinliklerine veya yer altı alanlarına depolanmasını amaçlar. Böylece atmosfere salınan CO₂ miktarı azaltılır ve **iklim değişikliği** ile mücadelede önemli bir araç haline gelir [15-16].



Bu Konuda Yapılan alışmalar:

Okyanus suyunun alkalikleşmesi (pH seviyesinin artırılması), CO₂'nin suda daha fazla çözünmesine ve okyanusların karbon depolama kapasitesinin artmasına olanak tanır. Bazı araştırmalar, okyanuslara bazik mineraller (örneğin magnezyum silikatlar) eklenmesiyle bu etkilerin artırılabilceğini öne sürmektedir [17-18-19].



Bu Konuda Yapılan alışmalar:

Mangrov ormanları:

Mangrov, gelgit sonucu oluşan haliçlerde, tuzlu bataklıklarda ve çamurlu kıyılarda sık ormanlar oluşturan bazı ağaç ve çalı türlerine ve oluşturdukları ormanlara verilen addır. Mangrovlar, hem deniz ekosistemlerini koruyan hem de büyük miktarda karbonu depolayan ekosistemlerdir. Bu ormanların yok olması, atmosferdeki CO₂ miktarının artmasına neden olabilir. Mangrovları korumak ve restore etmek, karbon depolama kapasitesini artırır [20].



iStock™
Credit: kenzaza

Bu Konuda Bizler Ne Yapabiliriz?

1.Fosil yakıtların kullanımını azaltmak: Fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) enerji üretimi, sanayi faaliyetleri ve ulaşımda büyük ölçüde kullanılır. Bu yakıtların kullanımını azaltmak, karbondioksit emisyonlarını düşürmeye yardımcı olur.

2.Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmak: Güneş, rüzgar, hidroelektrik ve jeotermal enerji gibi temiz enerji kaynaklarının kullanımını artırmak, karbondioksit salınımını azaltır.

3.Enerji verimliliğini artırmak: Daha az enerji harcayan teknolojiler kullanmak, fosil yakıtların daha az kullanılmasını sağlar [21-22].



<https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification> [1]

<https://oceanservice.noaa.gov/facts/why-care-about-ocean.html> [2]

<https://www.khanacademy.org/science/ap-college-environmental-science/x0b0e430a38ebd23f:global-change/x0b0e430a38ebd23f:climate-change/v/ocean-acidification> [3]

<https://mindthegraph.com/blog/ocean-acidification-consequences/> [4]

<https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/ocean-acidification-25822734/> [5]

<https://www.epa.gov/ocean-acidification/effects-ocean-and-coastal-acidification-ecosystems> [6]

<https://www.youtube.com/watch?v=Uvt13h6508o&t=1s> [7]

<https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/karbon-dioksit-sungeri-okyanuslar> [8]

<https://12tides.com/blogs/news/why-kelp-is-the-key-to-solving-ocean-acidification> [9]

<https://greenly.earth/en-us/blog/ecology-news/ocean-acidification-causes-issues-and-solutions> [10]

Anthony KRN, Kline DI, Diaz-Pulido G, Dove S, Hoegh-Guldberg O (2008) Okyanus asitlenmesi mercan resifleri oluşturuçularında beyazlamaya ve üretkenlik kaybına neden olur. Proc Natl Acad Sci USA 105:17442–17446 [11]

<https://academic.oup.com/cz/article/61/4/653/1803153?login=false> [12]

<https://oceanacidification.noaa.gov/carbon-dioxide-removal/> [13]

<https://www.nature.com/articles/s44183-024-00064-8> [14]

<https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/carbon-capture-technology-and-how-it-works> [15]

<https://www.bgs.ac.uk/discovering-geology/climate-change/carbon-capture-and-storage/> [16]

https://www.researchgate.net/publication/318177327_Assessing_ocean_alkalinity_for_carbon_sequestration_Ocean_Alkalinity_for_C_Sequestration [17]

<https://www.geomar.de/en/discover/ocean-for-climate-protection/carbon-uptake-in-the-ocean/ocean-alkalinity-enhancement> [18]

https://www.researchgate.net/publication/359888483_Environmental_impacts_and_carbon_capture_potential_of_ocean_alkalinity_enhancement [19]

<https://www.nature.com/articles/s41467-023-44037-w> [20]

<https://www.noaa.gov/> [21]

<https://wwf.org/> [22]

TEŞEKKÜRLER