

Deniz veya Okyanuslarda Bölgesel Su Çekilmelerinin Meteorolojik Analizi

Mahmut KAYHAN¹

Anahtar Kelimeler: Su çekilmesi, Yüksek basınç, Alçak basınç, Basınç farkı, Rüzgar yükü, Deniz kabarması, Su sırtı, Su çanağı

Özet: Deniz veya okyanusların kıyı kesimlerinde görülen su çekilmelerinin meteorolojik analizini yaparak Yüksek basınç ve Alçak basınç alanlarından kaynaklanan bu olayın kendi bilgi ve deneyimle izah etmeye çalıştım.

SU ÇEKİLMELERİNİN METEOROLOJİK ANALİZİ

İnsanlık tarihi boyunca atmosferik olaylar günlük yaşantı üzerinde ki etkileri bakımından her zaman birincil derecede önemli bir gündem olmuştur. İlkçağlardan beri insanlar gökyüzüne bakarak dini inançlarından yaşam biçimlerine kadar birçok davranışını buna göre şekillendirmişlerdir. Toplumsal göç hareketleri kuraklık nedeniyle yaşanmışken birçok savaş ise verimli topraklara sahip olmak isteğinden kaynaklanmıştır. Mezopotamya ve Akdeniz havzasında nüfus hareketliliği ve yoğunluğunun asıl nedenleri bölgedeki su kaynaklarının bolluğu, elverişli iklim koşulları ve buna bağlı olarak verimli topraklardır.

Atmosferde gerçekleşen meteorolojik hadiseler iklimin şekillenmesi, bitki örtüsünün yapısını, meteorolojik karakterli doğal afetlerin şiddeti ve sayısı gibi faktörler yerleşim yerlerinin seçilmesi ve mimari gibi bütün sektörleri doğrudan etkilemektedir. Bu olayların dışında henüz

bilinmeyen veya az da olsa bilindiği halde tam olarak açıklanmamış bazı konuların araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Atmosfer bilimlerinin karmaşık bir bilim dalı olması nedeniyle her olayın kolay bir şekilde açıklanması beklenemez. Bunca teknolojik gelişmelere ve çok iyi atmosfer modellerine rağmen hava tahminlerindeki tutarlıkların halen bu kadar düşük olması bunun en iyi göstergesidir.

Konunun anlaşılması bakımında öncelikle olarak atmosferin yapısının nasıl olduğunu yüzeysel olarak incelemek gerekir.



¹ Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara, Meteoroloji Mühendisi, kayhanmahmut06@gmail.com, Şubat 2023

Atmosferin düşey ve kimyasal yapısı: Yerküreyi saran gaz tabakasına atmosfer denir ve kalınlığı yaklaşık olarak 560 km. olarak kabul edilmektedir. Yerden atmosferin tepesine kadar havanın yeryüzüne yaptığı ağırlık "Atmosfer basıncı" olarak tanımlanır. Atmosferi oluşturan hava kütesinin %99'u kısmı 32 km. nin altındadır. Atmosfer düşey sıcaklık ve yoğunluk değişimi dikkate alınarak yerden itibaren çeşitli tabakalar şeklinde sınıflandırılmıştır.

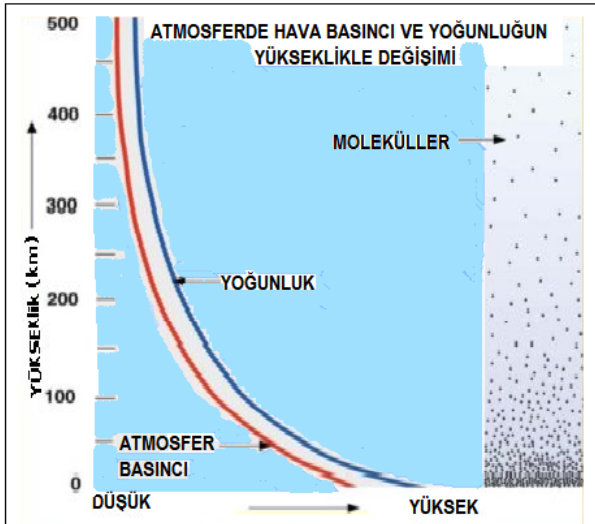


Atmosfer içeriği bakımından, sabit ve değişken gazlardan oluşur ve Azot (Nitrojen) ile oksijen atmosferdeki gazların %99'unu oluşturur.

Atmosferdeki sabit olan gazlar, Nitrojen (N₂) % 78.08, Oksijen (O₂) %20.95, Argon (Ar) % 0.93, Neon (Ne) %0.0018, Helyum (He) % 0.0005, Hidrojen (H₂) %0.00006, Xenon (Xe) %0.000009' dan oluşur.

Değişken gazlar ve oranları, Su buharı (H₂O) %0~4, Karbondioksit (CO₂) % 0.037, Metan (CH₄) %0.00017, Nitrus Oksit (N₂O) % 0.00003, Ozon (O₃) % 0.000004, Partiküller (Duman, kurum vb) % 0.000001, Kloroflorokarbon (CFCs) % 0.00000002 dir.

Atmosferi oluşturan gazlardan su buharı, ozon ve önemsiz değişebilir bileşenler hariç yerden itibaren 80 km. ye kadar temel özellikleri değişmez. Bu bölge **homosfer** olarak adlandırılır. 80 km. nin üzerinde ise atmosferik gazlar molekül ağırlıklarına göre ayrışır, bu tabakaya da **heterosfer** denir.



Grafik-1 Atmosferdeki temsili düşey yoğunluk değişimi (Kaynak: mgm.gov.tr)

Basıncın Yükseklikle Değişimi; Basıncı, yükseklikle azalır ve yere yakın seviyelerde en yüksek yoğunluğa sahiptir. Atmosfer içinde yukarıya doğru çıkıldıkça havanın uyguladığı basınç azalır. Basıncı yere yakın seviyelerde hızla artar, bunun nedeni yerçekiminin etkisi ile yere yakın seviyelerdeki gazların yoğunluğundaki artıştır.

Hava basıncının yükseklikle değişim oranını belirleyen en önemli faktör sıcaklığın düşey olarak değişimidir. Deniz seviyesindeki atmosfer basıncı değeri; 1 Atmosfer=1.01325 bar =1013.25 mb /1013.25 hPa Hg=760 mm dir.

Soğuk bölgelerde basıncın yükseklikle azalması sıcak bölgelere göre daha hızlıdır. Bu nedenle

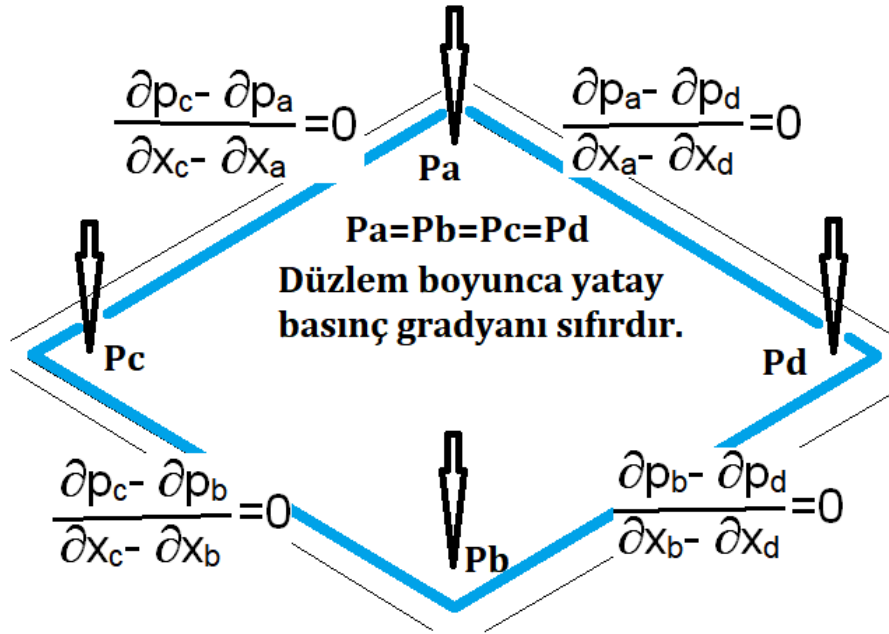
tropopoz seviyesi yerden olan yüksekliği kutuplarda daha düşük, ekvatorda daha yüksektir.

Yükseklikle Sıcaklık Değişimi; Yeryüzü ve yeryüzüne yakın havanın ısınması güneş radyasyonuna bağlıdır. Hava sıcaklığının yükseklikle değişimi "lapse rate" olarak tanımlanır. Troposferde lapse rate genellikle -6.5 °C/km. (Kuru havada lapse rate -9.8 °C/km.dir) Sıcaklık alt troposferde yükseklikle artabilir. Bu durum enverziyon (negatif lapse rate) olarak adlandırılır. Eğer yükseklikle sıcaklık aynı kalıyorsa bu durum "izotermal" dir. Aktüel lapse-rate değişimi, lokal şartlara, gün içindeki zaman dilimine, hava şartlarına ve mevsime göre farklılık gösterir.

SAHİLLERDEKİ SU ÇEKİLMESİNİN METEOROLOJİK ANALİZİ:

Meteorolojik bakımdan konunun izahını yapabilmek maksadıyla atmosfer ile deniz yüzey ilişkisini incelemek gerekir. Bu kapsamda yatayda atmosfer basıncının her yerde eşit olduğunu kabul edersek rüzgârın olmadığı ve su yüzeyinin bir düzlem gibi sabit kaldığını görürüz ve aslında bu durum gerçek atmosferde mümkün değildir. Dünyanın küresel yapısı, güneşe göre noktasal konumu, yer yüzeyindeki bakı farklılıkları, deniz-kara dağılımı, arazi yüzey özellikleri ile kullanım farklılıkları, orman dağılımı ve çeşitliliği, nemlilik oranındaki farklılık, toprak türü ve yükselti farkları, deniz yüzey sıcaklıkları ile deniz tuzluluk oranları gibi onlarca neden basınç ve sıcaklıktaki homojenliği bozan temel faktörlerdir. Bütün bu farklılıklar atmosferdeki hareketin temel sebeplerindendir ve dolayısıyla atmosferdeki hareketi sağlar. Atmosferdeki hareketlilik yaşam için son derece önemli ve hayati bir durumdur.

Bu farazi durumu şekil olarak göstermek gerekirse:

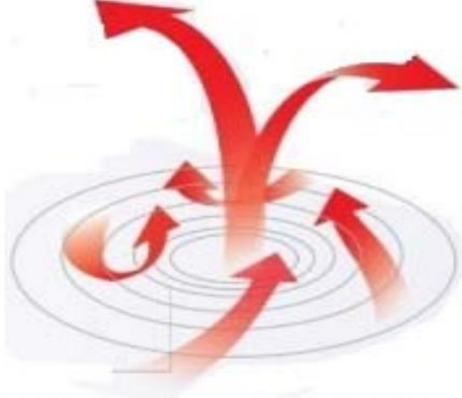


Şekil 1: İki nokra arasındaki basınç değişimlerini göstermek için kurgulanmış diyagram.

Şekilde görüldüğü gibi yatay basınç değişiminin sıfır olması demek ortamda rüzgârın olmaması yani atmosferin sakin olması durumunu sağlarken bu durum yukarıda da bahsedildiği gibi deniz yüzeyinin bir düzlem kadar sabit ve hareketsiz olmasına neden olur. Fakat böyle bir durumun atmosferde olmasını beklemek atmosfer termodinamiğine aykırıdır ve ancak laboratuvar ortamlarında sağlanabilecek bir durumdur. Atmosferde meydana gelen bütün meteorolojik olayların nedeni oluşan basınç farklılıklarıdır.

Atmosfer Basıncı; Yerden atmosferin tepesine kadar olan atmosfer sütununun ağırlığıdır ve yere doğru pozitif büyüklüktedir. Atmosfer sütunu ne kadar kalın ise basınç da o kadar yüksektir.

Bu durumu daha iyi anlayabilmek için bu iki sistemi yüzeysel olarak incelersek;



Şekil 2 Alçak Basınç merkezindeki hareket



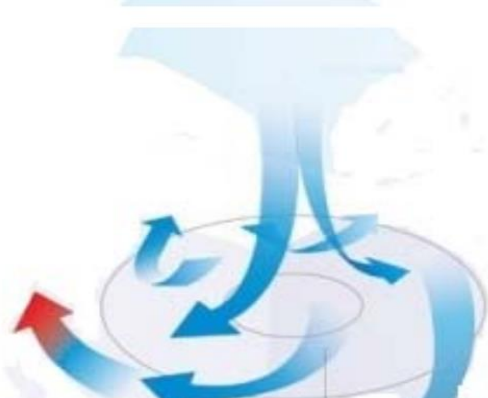
Şekil 3 Yüksek Basınç merkezindeki hareket

Şekil- 2 : Alçak ve yüksek basınç alanlarının karasal bir düzlem üzerinde temsili gösterimi.

Yukarıdaki temsili basınç alanı gösterimi kara alanlarında basıncın etkilerini gösterirken zeminin sert olması basıncın yüzeye olan etkisinin olmadığı gibi görünürken aslında yüksek basınç alanlarında, alçak basınç alanına göre çok ciddi bir basınç yükünün olduğunu anlamamızı zorlaştırırken aynı basınç yük dağılımını aşağıdaki gibi su yüzeyinde olduğunu düşündüğümüzde tıpkı bileşik kaplar yönteminde olduğu gibi bu basınç dağılımını dengelemek için su yüzeyinin aşağıdaki gibi bir şekil alarak **SU SIRTI** ve **SU ÇANAĞI**'nın oluşmasına neden olacaktır.



Şekil 2 Alçak Basınç merkezindeki hareket



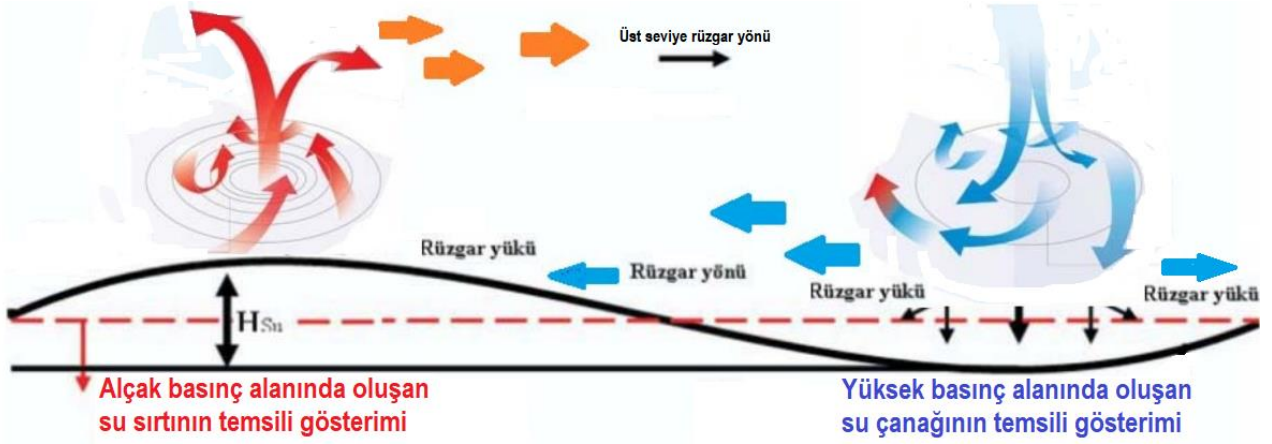
Şekil 3 Yüksek Basınç merkezindeki hareket

Şekil 3: Alçak ve yüksek basınç alanlarının okyanus üzerinde temsili gösterimi.

Alçak Basınç Merkezlerinde, Yer seviyesinde hava akımı çevreden merkeze doğrudur ve dünyanın dönmesinden dolayı ortaya çıkan Coriolis kuvvetinin etkisiyle hareket doğrultusunun sağına doğru dönerek hareket edecektir. Bu hareket kuzey yarımkürede saat ibrelerinin tersi yönündedir. Bu şekilde merkeze doğru sıkışan hava atmosferin üst seviyelerine doğru yükselme hareketi yapmaktadır. Dolayısıyla Alçak Basınç Merkezlerinde rüzgârın yönü saat ibrelerinin dönüş yönünün tersine ve atmosferin üst seviyelerine doğrudur.

Yüksek Basınç Merkezlerinde, yer seviyesinde hava akımı merkezden dışa doğru olurken dünyanın kendi eksenini etrafında dönüşünden dolayı ortaya çıkan Coriolis kuvvetinin etkisiyle hareket doğrultusunun sağına doğru hareket eder. Bu hareket kuzey yarımkürede saat ibreleri yönündedir. Merkezden dışa doğru akan hava nedeniyle merkez boş kalmayacağına göre atmosferin üst seviyelerinden aşağı doğru çökme hareketi oluşmaktadır. Bu nedenle yüksek basınç merkezlerinde rüzgârın vektörel yönü aşağı ve saat ibrelerinin dönüşü doğrultusundadır.

Atmosferdeki bu hareketlere bakarak su yüzeylerinde yükselti değişimlerinin sebeplerini açıklamaya çalışalım.



Şekil- 4 Deniz yüzeyinde oluşan su çanağı ve su sırtına sebep olan basınç hareketi.

Bir tarafta etkili olan Yüksek Basınç Sistemi ve bununla birlikte oluşan rüzgâr yükünün su yüzeyine oluşturduğu kuvvet ile karşı taraftaki Alçak Basınç alanı arasında basınç ve rüzgâr yükü farkının oluşmasına sebep olur ve bu durum iki basınç etki alanı arasındaki su yüzeyi yükselti dengesizliğine sebep olmaktadır. Bu olayı basit bir deneyle izah etmek gerekirse, en kolay ve anlaşılır örnek; bileşik kaplar yöntemindeki olayın atmosfer deniz arasında uygulanması şeklinde tanımlayabiliriz.

Bu durumu en basit formül ile gösterimi;

P_{ab} = Alçak basınç merkezindeki basınç (hpa)

P_{yb} = Yüksek Basınç merkezindeki basınç (hpa)

H_{su} = İki basınç sahası arasındaki su yükselti farkı (cm)

S_{su} = Suyun yoğunluğu (gr/cm^3)

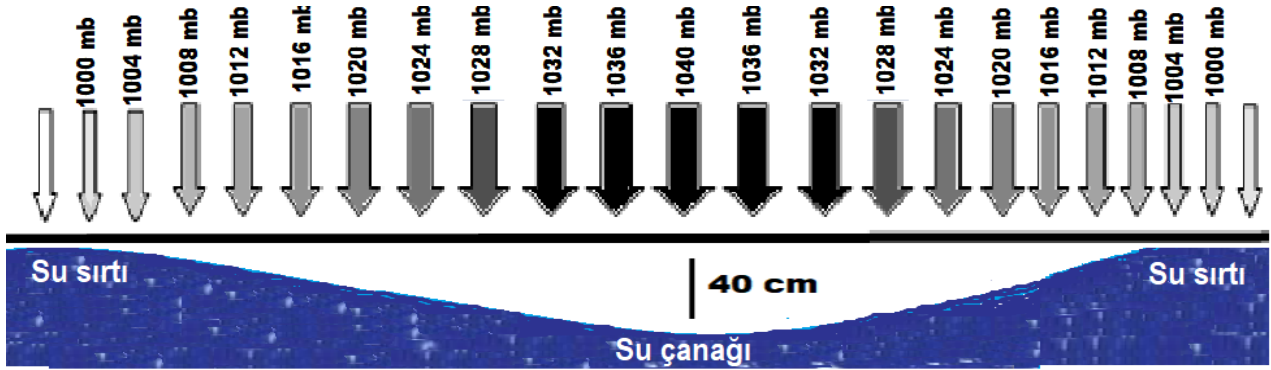
R_{ry} = Yüzeye etki eden rüzgâr yükü (kg/m^2)

$$P_{ab} + (H_{su} * S_{su}) = P_{yb} + R_{ry}$$

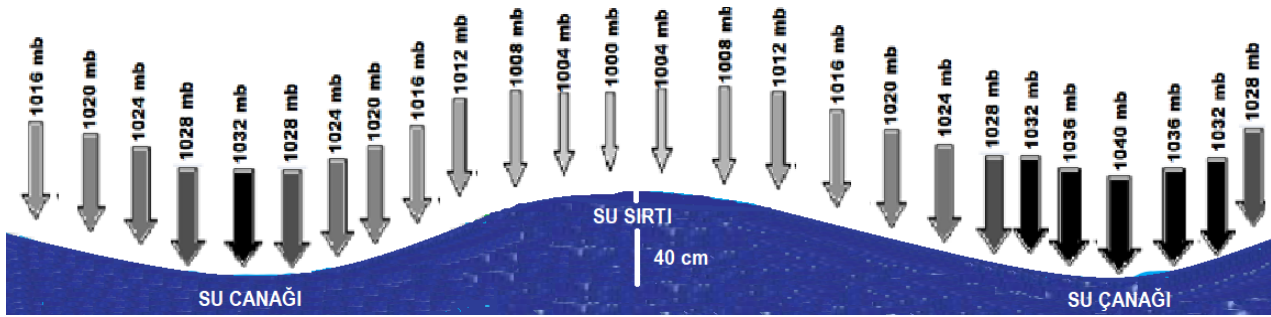
Olarak gösterilebilir. Su yüzeyi üzerindeki atmosfer basıncı ve oluşan rüzgâr yükünü dengelemek zorunda olduğundan, yüksek basıncın uzun süre etkin olduğu alanlardaki suyun alçak basıncın etkili olduğu alanlara doğru hareket etmesi ile bu basınç farkını dengelenecektir. Yüksek basınç alanlarındaki su seviyesinin normale göre düşmesine yani **su çanağının** oluşmasına, alçak basınç alanlarında su seviyesinin yükselmesine yani **su sırtının** oluşmasına sebep olacaktır. İki merkez arasındaki basınç farkı ne kadar fazla olursa ve aradaki mesafe ne kadar az olursa su seviyesindeki yükselti farkı da o kadar fazla olacaktır.

Biz bu durumu, yıllardır devam eden El-Nino ve La-Nina olaylarından biliyoruz. Pasifik okyanusunun doğu ve batı kısımlarında etkili olan Alçak basınç merkezi ile Yüksek basınç merkezinin yer değiştirmesine bağlı olarak sıcak su havuzunun alçak basınç alanıyla birlikte hareket etmesinin dünya iklim desenleri üzerindeki etkisini gözardı edemeyiz.

Atmosfer basıncının deniz yüzeyinde oluşturduğu şekli yansıma;



Su yüzeyindeki şekli değişim atmosfer basıncının gücüne göre şekillenmektedir.



Buradaki su sırtının yüksekliğini incelersek; sağ taraftaki 1040 mb lık yüksek basıncın sırttaki 1000 mb düşük basınca göre dengelyi sağlayabilmesi için 40 cm yani 400 mm lik bir yükselti farkı oluşturur. Sol taraftaki 1032 mb lık fark dikkate alındığında ise 32 mb lık farkın olduğu ve bu nedenle de 32 cm yani 320 mm lik yükselti farkının oluşmasına neden olmaktadır.

SU SIRTİ VE SU ÇANAĞI;

SU SIRTİ: Deniz veya okyanus yüzeylerinde alçak basınç merkezinin bulunduğu alanda oluşur. Su yüzeyine uygulanmakta olan atmosfer basıncı çevreye göre daha düşük olduğundan çevrede etkili olan yüksek basınç alanına göre bu alandaki su seviyesinin yükselerek aradaki basınç farkını dengelemesi sonucu oluşan su yükseltisidir. Çevreye göre basınç ne kadar düşükse sırtın yüksekliği o kadar yüksek olmaktadır. Burada en önemli etkenlerden birisi de oluşan rüzgâr yüküdür ve basınç gradyan kuvveti ne kadar kuvvetli olursa rüzgâr yükü de o kadar fazla olacak ve buna bağlı olarak su sırtının yüksekliği de o oranda fazla olacaktır.

SU ÇANAĞI: Deniz veya okyanus yüzeylerinde yüksek basınç merkezinin bulunduğu alanda oluşur. Su yüzeyine uygulanmakta olan atmosfer basıncının çevreye göre daha yüksek olma durumunda, çevredeki alçak basınç alanlarına göre su seviyesinin alçalarak basınç farkını dengelemesi sonucu oluşan su seviyesindeki kot farkı olayıdır. Çevreye göre basınç ne kadar yüksekse çanağın derinliği o kadar fazla olmaktadır. Burada en önemli etkenlerden biriside oluşan rüzgâr yüküdür ve basınç gradyan kuvveti ne kadar kuvvetli olursa rüzgâr yükü de o kadar fazla olmaktadır.

Yukarıda yüzeysel olarak verdiğimiz örneği tekrar etmek gerekirse, 23-31 Ağustos 2005 tarihinde oluşan ve binlerce kişinin ölümünün yanında Milyarlarca Dolar (ABD) zarar ile ekonomik ve sosyal açıdan çok büyük etkiler oluşturan Katrina kasırgası iyi bir örnektir. Bu olay sırasında su seviyesi kasırganın merkezinde 8 ila 8,5 metre civarında yükselti farkı oluşturmuştur. Atlas okyanusu kıyısındaki bentlerin yıkılmasına sebep olan dalga kabarmasının sebebi kasırga merkezi ile dış ortam arasındaki 120 milibardan fazla olan basınç farkı ve basınç gradyan kuvvetine bağlı olarak oluşmuş ilave rüzgar yüküdür. Olay esnasında her bir metrekareye en az

1200 kg. basınç kuvveti ve ilave olarak oluşan kuvvetli rüzgâr yükü bu su sırtının oluşmasına yani dalga kabarmasına sebep olmuştur.

Kasırğa sırasında oluşan basınç, rüzgâr ve dalga yüksekliği arasındaki ilişkiyi gösteren Saffir-Simpson Kasırğa Ölçeği.

Kasırğa Kategorisi	Rüzgâr hızı	Basınç (mb.)	Dalga Yüksekliği (metre)
K-1	119 – 153 km/s.	980 Mb dan büyük	1,2 ile 1,5 metre arası
K-2	155 - 177 km/s.	965 -979 mb. arası	1,6 ile 2,4 metre arası
K-3	178 - 208 km/s.	945 -964 mb. arası	2,5 ile 3,9 metre arası
K-4	209 - 260 km/s.	920 - 944 mb. arası	4,0 ile 5,5 metre arası
K-5	261 - 318 km/s.	920 mb dan küçük.	5,5 metre den fazla

Bu tablodan da görüldüğü gibi ortalama her 20 mb. basınç azalışında rüzgar hızında 15 km/s lik bir artış ve buna paralel olarak dalga yüksekliğinde 1.5 metrelik bir artışın olduğunu görmekteyiz. Bu durum rüzgâr yükünün ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

Konunun anlaşılabilmesi için ülkemizden başka hadiseyle gözden geçirelim.

8 Ocak 2005 tarihinde Marmara denizinde meydana gelen su çekilmelerinin bölgede yaşayan halk arasında endişeye sebep olması ve bu konunun basında “Sular çekildi deprem mi olacak” şeklinde haberlere istinaden konuyla ilgili yapmış olduğumuz Meteorolojik Analiz:

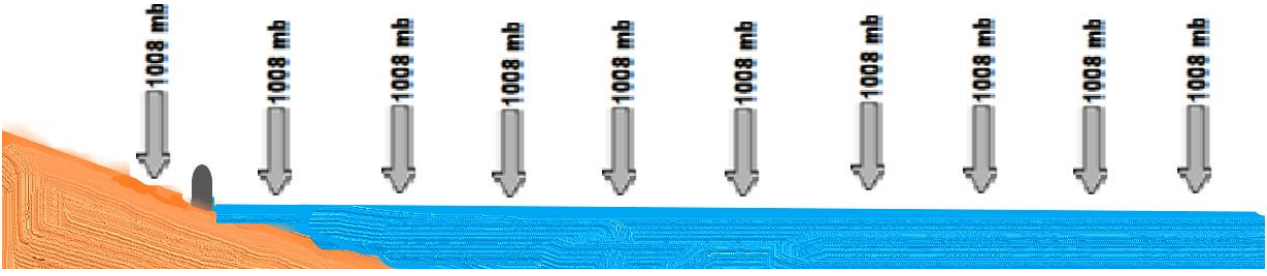
8 Ocak 2005 tarihli 12:00 GMT meteorolojik yer kartını incelediğimizde durum daha net bir şekilde görülmektedir. Balkanlar üzerinde 1036 hPa' lık yüksek basınç merkezi bulunurken Güney



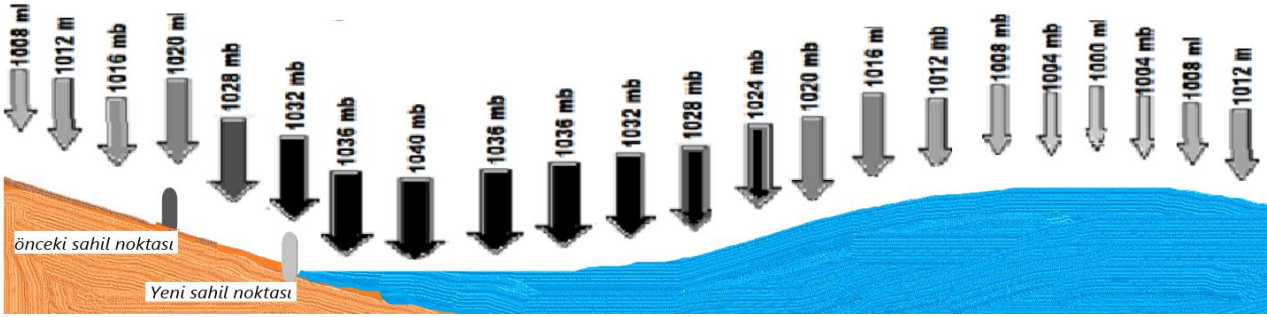
Doğu Akdeniz üzerinde 1020 hpa Alçak Basınç Merkezi bulunmaktadır. Sistem en az 3-4 gün süreyle küçük değişikliklere uğramakla birlikte aynı bölgede mevcudiyetini devam ettirmiştir. Sistemin Marmara ve Ege bölgesinde oluşturduğu rüzgâr yıldız ve poyrazdan orta kuvvettedir. Bu durum Marmara bölgesinde düzey olarak yaklaşık 50-60 cm lik suyun Güney Doğu Akdeniz bölgesine çekilmesini sağlamıştır. Her iki bölge arasındaki 16 hpa lık basınç farkı iki merkez arasında her metrekare için 160 kilogram

yük oluşmasına sebep olmaktadır. 160 kg yükü karşılayabilmek için her iki nokta arasında suyun tuzluluk durumunu da dikkate alarak 16 cm yükselti farkının oluşması gerekiyor. Buna ilave olarak kuzey ve kuzey doğulu rüzgârın su yüzeyi üzerine oluşturduğu yüklerle beraber Marmara da ve Kuzey Ege'den suların Akdeniz'e doğru daha fazla çekilmesini ve iki bölge arasında 50-60 cm yükselti farkının oluşmasını sağlamıştır. Bu bölgelerde benzer meteorolojik hadiseler sürekli olarak yaşanabilmektedir. Düşey olarak 50-60 cm lik yükselti farkının yatay olarak etkisi sahilin eğimine ve topografyasına bağlı olarak değişen bir olaydır.

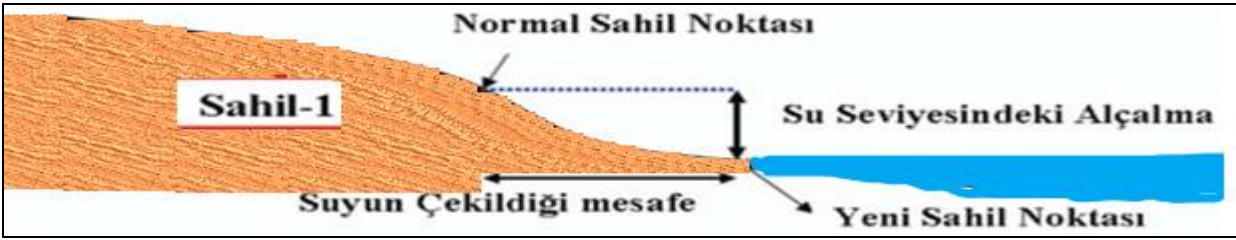
Basınç dağılımının sabit olduğu bir sahildeki görüntüde durum aşağıdaki gibi olacaktır.



Buna karşın basınç gradyan yük dağılımının farklı olduğu sahilde bu yükü dengelemeye çalışan su aşağıdaki gibi bir yüzeysel şekle dönüşecektir.

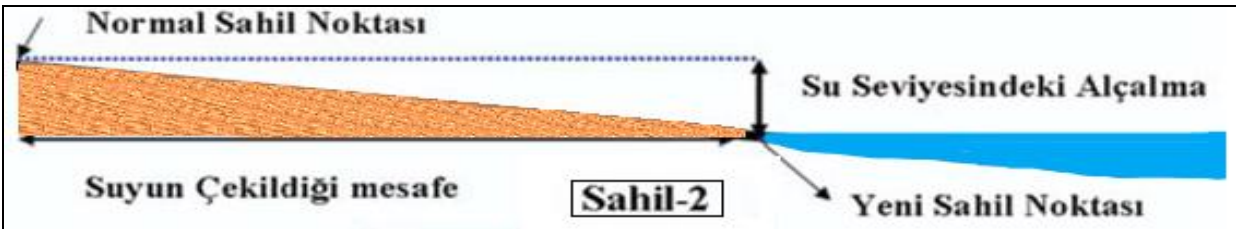


Ağıdaki şekildeki gibi yüksek eğimli sahillerde, suyun yatayda çekilme mesafesi daha kısadır ve fark edilmesi saha zordur.



Sahilin eğim oranı büyük ise suyun çekildiği mesafe yatay olarak daha kısa bir mesafede etkili olacaktır.

Düşük Eğimli Sahiller İçin ise suyun yatayda çekilme mesafesi daha uzundur. Bu alanlarda daha fazla deniz taban kalıntısı ortaya çıkacağından su çekilmesinin fark edilmesi daha kolaydır.



Eğim oranı düşük olan bir sahilde, suyun çekilme mesafesi yatay olarak daha uzun olacaktır.

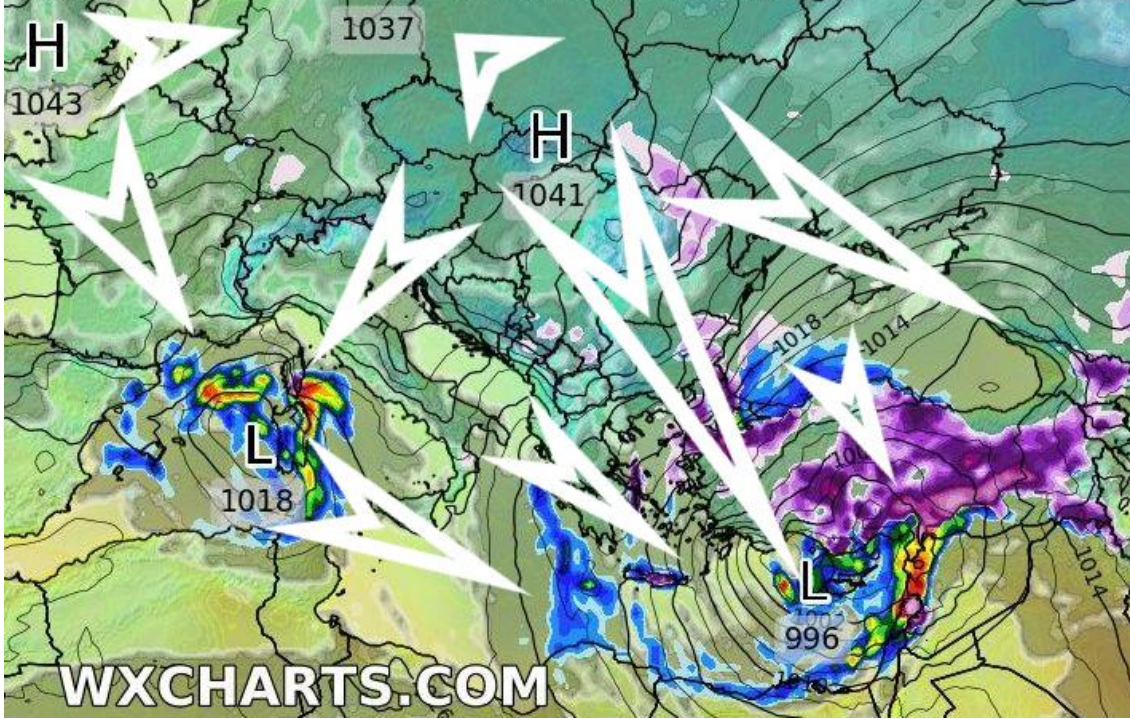
Ben bu çalışmayı güncelleyip tam teslim edeceğim sırada 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli meydana gelen 7.8 şiddetindeki büyük deprem sırasında Hatay kıyılarında da suların yükseldiği haberleribasında çıkmaya başladı. Konu aslında tam da yukarıda anlattığımız olayın yaşanmasıdır. Aşağıdaki aynı tarihli basınç haritasında da oklarla gösterdiğimiz gibi 1041 mb lık yüksek basınç merkezinden başlayarak kuzey doğu Akdeniz'deki 996 mb lık alçak basınç alanına doğru suyun yükselmesine neden olan bir basınç dengeleme olayıdır. Burada ki basınç dengelenen kadar bu durum devam edecektir.

Overview - Precip, Cloud, Temperature & Pressure

Run: Mon 6 Feb 06Z

GFS 0.25°

Instantaneous precipitation rate : Mon 6 Feb 18:00 UTC



Kunuyla alakalı gazete haberi aşağıda görülmektedir. Kentlerin planlamaları ile bu tür meteorolojik/Oşinografik veriler dikkate alınmalı.

DENİZ SEVİYESİ YÜKSELMEYE BAŞLADI

Hatay'ın Iskenderun ilçesinde deniz seviyesinin yükselmesi ve sahilden iç kısma doğru su birikintileri dikkat çekti.

07.02.2023 - 08:12 | Son Güncellenme: 07.02.2023 - 17:49

Milliyet



Sonuç olarak, sahillerdeki bu su çekilmesi olayının bölgede etkili olan basınç gradyan yük dağılımından kaynaklanmıştır. Yüksek basınç merkezi ile alçak basınç merkezi arasındaki yük farkı ve oluşan rüzgâr yükünün dengelenmesi sonucu olarak meteorolojik/oşinoğrafik bir hadise olarak basınç dağılımına bağlı olarak sürekli olarak oluşmaktadır.

Kaynaklar:

<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/sucekilmesi.pdf>

<https://mgm.gov.tr/genel/ss.aspx?s=atmosfer>