

# TÜRKİYE'DE MÜHENDİSLİK ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR

EDİTÖR

Dr. Öğr. Üyesi Sinan AYDIN

## YAZARLAR

Prof. Dr. Nuray GÜZELER  
Doç. Dr. Ahmet FERTELLİ  
Doç. Dr. Fatih ÇALIŞKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Dilek SAY  
Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN  
Dr. Öğr. Üyesi Kerem HEPDENİZ  
Dr. Öğr. Üyesi Devrim DEMİRAY SOYASLAN  
Dr. Öğr. Üyesi Ayten YILMAZ YALÇINER  
Dr. Mehmet Salih ÇAYIR  
Yük. Mak. Müh. Harun GÜNGÖRDÜ  
End. Müh. Sena ERGÜN  
Araş. Gör. Eren KAMBER  
Araş. Gör. Melih CAN



IKSAD  
Publishing House

# TÜRKİYE'DE MÜHENDİSLİK ALANINDA AKADEMİK ÇALIŞMALAR

## EDITÖR

Dr. Öğr. Üyesi Sinan AYDIN

## YAZARLAR

Prof. Dr. Nuray GÜZELER

Doç. Dr. Ahmet FERTELLİ

Doç. Dr. Fatih ÇALIŞKAN

Dr. Öğr. Üyesi Dilek SAY

Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN

Dr. Öğr. Üyesi Kerem HEPDENİZ

Dr. Öğr. Üyesi Devrim DEMİRAY SOYASLAN

Dr. Öğr. Üyesi Ayten YILMAZ YALÇINER

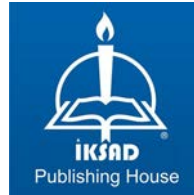
Dr. Mehmet Salih ÇAYIR

Yük. Mak. Müh. Harun GÜNGÖRDÜ

End. Müh. Sena ERGÜN

Araş. Gör. Eren KAMBER

Araş. Gör. Melih CAN



Copyright © 2019 by iksad publishing house  
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,  
distributed, or transmitted in any form or by  
any means, including photocopying, recording, or other electronic or  
mechanical methods, without the prior written permission of the publisher,  
except in the case of  
brief quotations embodied in critical reviews and certain other  
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution Of Economic  
Development And Social  
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: [iksadyayinevi@gmail.com](mailto:iksadyayinevi@gmail.com)

[www.iksad.net](http://www.iksad.net)

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2019©

**ISBN: 978-625-7029-59-9**

Cover Design: İbrahim Kaya

December / 2019

Ankara / Turkey

Size: 16x24 cm

## **İÇİNDEKİLER**

### **ÖNSÖZ**

Sinan AYDIN

( 1 - 2 )

### **BÖLÜM 1:**

#### **YERALTISUYUNDA DOYMUŞ ORTAMDA KÜTLE TAŞINIMI**

Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN

Dr. Öğr. Üyesi Kerem HEPDENİZ

( 3 - 31 )

### **BÖLÜM 2:**

#### **HİDROELEKTRİK SANTRALİN (HES) ÇEVRESEL AKIŞ MİKTARININ VE EKOLOJİK ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ; GERİZ (BURDUR) ÖRNEĞİ**

Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN

Dr. Öğr. Üyesi Kerem HEPDENİZ

( 33 - 58 )

### **BÖLÜM 3:**

#### **BİTKİ ÖZLERİNİN TEKSTİL MAMÜLLERİNE APLİKASYONUNDA KULLANILAN YÖNTEMLERİN İNCELENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Devrim DEMİRAY SOYASLAN

( 59 - 79 )

### **BÖLÜM 4:**

#### **JEOTEKSTİLLERİN TEMEL UYGULAMA ALANLARININ İNCELENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Devrim DEMİRAY SOYASLAN

( 81 - 100 )

---

**BÖLÜM 5:****DEĞER MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMIYLA BİR OTOMOTİV FİRMASINDA HEDEF MALİYETLEME**

Dr. Öğr. Üyesi Ayten YILMAZ YALÇINER

End. Müh. Sena ERGÜN

( 101 - 143 )

---

**BÖLÜM 6:****YENİ TİP YÜKSEK ENERJİLİ TOZ ÖĞÜTME VE KARIŞTIRMA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Doç. Dr. Fatih ÇALIŞKAN

Yük. Mak. Müh. Harun GÜNGÖRDÜ

( 145 - 162 )

---

**BÖLÜM 7:****HATAY BÖLGESİNDE ÜRETİLEN PEYNİRLER**

Dr. Mehmet Salih ÇAYIR

Dr. Öğretim Üyesi Dilek SAY

Prof. Dr. Nuray GÜZELER

( 163 - 207 )

---

**BÖLÜM 8:****SİVAS İLİ İÇİN GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ TASARIMI**

Doç. Dr. Ahmet FERTELLİ

( 209 - 219 )

---

**BÖLÜM 9:****TEDARİK ZİNCİRİNDE ÇAPRAZ YÜKLEMENİN ÖNEMİ**

Araş. Gör. Eren KAMBER

Araş. Gör. Melih CAN

( 221 - 244 )

---

## ÖNSÖZ

Bu kitap, mühendisliğin farklı alanlarında yapılan akademik çalışmalarını ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçları bilim camiasına aktararak gelecekte yapılacak çalışmalara yol göstermek ve yeni düşüncelerin ortaya çıkarılmasını sağlamak amacı ile hazırlanmıştır.

Kitap içerisindeki bölümlerde farklı mühendislik alanlarında yapılan çalışmalar teorik ve uygulamalı olarak verilmiştir. Birinci bölümde, yeraltısuyunda doymuş ortamda kütle taşınımını denetleyen faktörler karşılaştırılarak incelenmiştir. İkinci bölümde, Burdur Geriz HES çalışması için çevresel akış miktarı hesabı ve ekolojik etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Üçüncü bölümde, bitki özlerinin tekstil mamullerine aplikasyonunda kullanılan yöntemler verilmiştir. Dördüncü bölümde, jeotekstillerin temel uygulama alanları incelenmiştir. Beşinci bölümde, bir otomotiv firmasında, henüz tasarım aşamasında olan bir otomobil için hedef maliyetleme çalışması yapılmıştır. Altıncı bölümde yeni tip yüksek enerjili toz öğütme ve karıştırma sisteminin geliştirilmesi çalışması yapılmıştır. Yedinci bölümde Hatay bölgesinde üretilen geleneksel peynirlerin özelliklerini inceleyen bir çalışma yapılmıştır. Sekizinci bölümde Sivas ili için güneş enerjisi santrali tasarımı çalışması yapılmıştır. Dokuzuncu bölümde Tedarik zincirinde çapraz yüklemenin önemi hakkında bir çalışma yapılmıştır.

Kitabın hazırlanmasında emeği geçen herkese teşekkür eder, bu kitaptan faydalanacak araştırmacılara başarılar dilerim.

**Sinan AYDIN**



**BÖLÜM 1:**  
**YERALTISUYUNDA DOYMUŞ ORTAMDA**  
**KÜTLE TAŞINIMI**

Dr. Öğr. Üyesi İ. İskender SOYASLAN<sup>1</sup>

Dr. Öğr. Üyesi Kerem HEPDENİZ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> ,Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye, isoyaslan@mehmetakif.edu.tr

<sup>2</sup> Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye, khepdeniz@mehmetakif.edu.tr





## GİRİŞ

Günümüzde yüzeysel suların miktarının kısıtlı olması, yüzeysel su kirliliğinin giderek artması ve yeraltısularının kullanıma elverişli niteliği, yeraltısuyunun önemini giderek artırmaktadır. Amaca yönelik olarak farklı kullanımlar için yeraltısuyunun niteliğinin belirlenmesi, niteliğinde zamanla oluşabilecek değişimlerin gözlenerek ve gittikçe yaygınlaşan farklı kirlilik unsurlarında korunması yollarının araştırılması büyük önem taşımaktadır.

Hızlı nüfus artışı, artan bu nüfusun istihdamı, insanların yaşam şartlarının daha konforlu hale getirilebilmesi amacıyla, endüstrileşmenin zorunluluğun ortaya çıkması tüm dünyada endüstrileşmenin giderek artması ile sonuçlanmıştır. Bu endüstri faaliyetlerinin çevreye verdikleri olumsuz etkilerin araştırılmasında şu soruların cevaplanması gerekmektedir: Bu sanayilerden gelen kirlilik yükleri doğal özümleme sınır değerlerinin üzerinde midir? Kirlilik unsurlarının alıcı ortamlardaki taşınımın mekanizması nasıl gerçekleşir? Bu unsurlar beslenme zinciri ile aktarılır mı? Aktarılıyorsa hangi kirlilik unsurları, hangi miktarda beslenme zincirinde iletilir? Beslenme zincirindeki bu aktarımın sağlık açısından taşıdığı potansiyel risk nedir?

Yeraltısuları açısından kirleticiler incelendiğinde, insan vücudundaki oluşturduğu toksik etkilerinden dolayı en çok dikkat edilmesi gereken unsurlardan bir tanesinin ağır metaller

olduğu söylenebilir. Ağır metaller, toprakta birikerek bitkilere geçerek zararlı olabilecek seviyelere ulaşabilir ve sonuçta bitkilerin gelişimini olumsuz etkileyecek düzeyde birikerek onların gelişmesini engelleyerek zarar verebilirler. Ağır metaller besin zinciri içerisinde bitkileri tüketen insan ve hayvanlarda toksik etkiye bile sebep olabilmektedir. Son yıllarda bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak matematiksel modellerin kurulması ve işletilmesinde de önemli ilerlemeler gerçekleştirilmiştir.

## **DOYMUŞ ORTAMDA KÜTLE TAŞINIMI**

Doymuş ortamda kütle taşınımı denince, eriyik veya kütle taşınımı olarak adlandırılan, yeraltısuyunda eriyebilen çözünmüş maddelerin taşınımı akla gelmektedir. Doymuş ortamda kütle taşınımı yöntemleri, homojen ortamda dispersiyon için geliştirilmiş, kısmi diferansiyel denklemlere dayanmaktadır (Ogata ve Banks, 1961; Ogata, 1970; Bear, 1972; Bear & Verrujit, 1987). Bu denklemler, sıvı akışı için geçerli olan bilinen kısmi diferansiyel denklemlerle karşılaştırıldığında oldukça benzer oldukları görülmektedir. Kütle taşınım teorisi son yıllardaki pek çok yeraltısuyu kirlilik problemi çalışmalarına büyük ölçüde kullanılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır (Melikadze vd., 2005; Shinde vd., 2015; Kumarasinghe vd., 2017; Durgaprasad vd., 2017; Behbahaninia, 2015; Shang vd., 2018). Bunun sonuçlarından biri, sıvı akışının olduğu bölgede yüzeyaltı hidrolojisinin yeni bir kolunun gelişmesi ve heterojen

akiferdeki hidrolik iletkenlik değişiminin rolünü hesaplayabilen istatistiksel modeller tarafından eriyiklerin işlenmesidir. Bu modeller tarafından, tekrarlanan düzensiz geometriye sahip heterojen akifer görüşüne dayanarak tanımlanmış eriyik taşınımı kullanılmıştır (Fetter, 1993).

### ***Konsantrasyon Gradyantı ile Taşınım***

Suda çözünen bir eriyik, yüksek konsantrasyonlu bir alandan, düşük konsantrasyonlu bir alana doğru taşınır. Bu işlem “difüzyon” veya “moleküler difüzyon” olarak tanımlanmaktadır. Difüzyon, eğer sıvı taşınmıyorsa, konsantrasyon gradyanı olduğu sürece meydana gelecektir. Yayılan sıvının kütlesi, tek boyutlu Fick’in birinci kanununda açıklandığı gibi konsantrasyon gradyanı ile orantılıdır (denklem 1) (Fetter, 1993).

Fick’in birinci kanunu;

$$F = -D_d \left( \frac{dC}{dx} \right) \quad (1)$$

F = Birim zamanda, birim alanda eriyiğin akış kütlesi,

$D_d$  = Difüzyon katsayısı ( $L^2 / T$ ),

C = Eriyik konsantrasyonu ( $M / L^3$ ),

$dC / dx$  = Konsantrasyon gradyanı ( $M / L^3 / L$ ),

Negatif işaret, hareketin yüksek konsantrasyonlu alandan, düşük konsantrasyonlu alana doğru olduğunu gösterir.  $D_d$  değerinin 25 °C’de  $1 \times 10^{-9}$  ile  $2 \times 10^{-9}$  arasında değiştığı bilinmektedir. Difüzyon katsayısı konsantrasyona bağlı olarak çok fazla

değişmez, fakat onlar bir dereceye kadar sıcaklığa bağlıdır ve 5 °C sıcaklıkta yaklaşık % 50 daha azalmaktadır (Robinson & Stokes, 1965).

Zamanla konsantrasyonların değiştiği sistemler için, Fick'in ikinci kuralı uygulanır (denklem 2). Tek boyutta bu,

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_d \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \text{Zamanla konsantrasyondaki değişim (M/L}^3\text{/T),}$$

Gözenekli ortamda, difüzyon sudaki gibi hızlı ilerleyemez çünkü iyonlar, mineral tanelerinin etrafından hareket ettikleri için daha uzun yollar takip etmektedirler. Bunun için hesaplamada, efektif difüzyon katsayısı  $D^*$  kullanılmalıdır (denklem 3) (Fetter, 1993).

$$D^* = \omega D_d \quad (3)$$

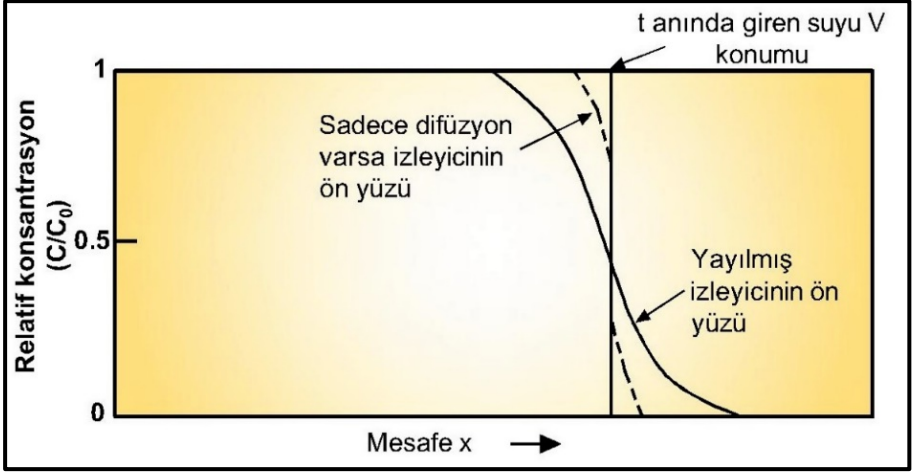
$\omega$  = kıvrımlılığa bağlı olan bir katsayıdır (Bear, 1972),

Kıvrımlılık, su molekülleri tarafından takip edilen akış yolu şeklinin, gözenekli bir ortamdaki etkisinin bir ölçüsüdür. Eğer kıvrım uzunluğu ( $L_e$ ), akış yolu sonundaki aradaki düz doğru mesafe ( $L$ ) ise, kıvrımlılık  $T = L_e / L$  olarak tanımlanabilir. Gözenekli bir ortamdaki kıvrımlılık, daima 1'den büyüktür. Çünkü su moleküllerinin akış yolu, katı parçacıklar etrafından ayrılır. Çok iyi derecelenmiş sedimanı temsil eden numune içindeki akış yolu, daha kötü derecelenmiş sediman içerisindeki daha büyük taneler arasındaki boşlukları dolduran ince

tanelerdeki akış yolundan daha kısa olma eğilimindedir (Fetter, 1993).

Kıvrımlılık  $(L/L_e)^2$  gibi tanımlanabilir (Carman, 1937; Bear, 1972). Bu tanımlama ile kıvrımlılık daima 1'den küçüktür. Daima 1'den küçük olan bu değer  $\omega$ , gözenekli ortam içinde yayılmasına izin verilen eriyik için yapılan difüzyon (yayılma) deneylerinden bulunabilir. Uniform kum kullanılan kum sütunu çalışmaları için  $\omega$ 'yu 0.7 ye eşit bulunmuştur (Perkins & Johnson, 1963). Jeolojik materyal kullanılan laboratuvar çalışmaları için  $\omega$ , 0.5 ile 0.01'arasında değişmektedir (Freeze & Cherry, 1979).

Difüzyon, yeraltısuyu akışının olmadığı gözenekli ortam içinde bir noktadan bırakılan bir eriyiğin daha uzak noktalara yayılmasına neden olabilir. Şekil 1'de,  $(x-a)$ 'dan  $(x+a)$  aralığına doğru,  $t_0$  zamanında,  $C_0$  konsantrasyonundaki ortaya çıkan bir eriyiğin dağılımı verilmiştir. Şekilde birbirini takip eden  $t_1$  ve  $t_2$  zamanındaki  $(x-a)$  ile  $(x+a)$  aralığında eriyik konsantrasyonunun azalması sonucunda, bu aralığın dışında eriyiğin giderek yayıldığı görülmektedir (Fetter, 1993).



**Şekil 1.** Tek boyutlu akışta eriyiğin taşınmasında boyuna dispersiyon ile difüzyonun etkisi ve advektif taşınım (Fetter, 1988)

Efektif difüzyon katsayısı  $D^*$  denklem 4'deki gibi tanımlanabilir (de Josselin de Jong, 1958).

$$D^* = \frac{\sigma c^2}{2t} \quad (4)$$

$D^*$  = Efektif difüzyon katsayısı

$\sigma c^2$  = Varyans

Bu denklem 4'de biri verilen efektif difüzyon katsayısı alternatif bir tanımdır. Difüzyon olayı, iyonların yayılmaya uğramasının yanı sıra tarafsız elektrikle yüklenmeleri gerçeğinden dolayı karmaşıktır. Eğer NaCl'un çözeltisine sahipsek  $\text{Na}^+$  difüze olduğu bölge içinde diğer bazı negatif iyonlar bulunmadıkça  $\text{Cl}^-$  'dan daha hızlı difüze olamaz. Eğer eriyik, gözenekli ortamın mineral yüzeyleri üzerinde absorbe oluyorsa (soğuruluyorsa),

difüzyon şebeke oranı absorbe olmayan bir tür için daha az olabilecektir (Fetter, 1993).

Difüzyon, birbirine komşu olan iki tabakadan birinde kimyasal bir ürünün konsantrasyonu daha büyük olduğu zaman meydana gelir. Örnek olarak, yüksek oranda ağır metal konsantrasyonu içeren bir katı atık, kil kaplama dolgunun üzerine doğrudan yerleştirilebilir. Katı atıktaki kirletici özellikteki ağır metal konsantrasyonu, maksimum difüzyon oranında ılımlı bir hesaplama ile belirlenmiş basitleştirilmiş bir varsayım ile sıfır olarak düşünülebilen kil kaplamanın gözenek sularındaki ağır metal konsantrasyonundan daha büyüktür. Katı atık ve kilin her ikisi birden doymuşsa ve hatta sıvı akışı yoksa ağır metal iyonu konsantrasyonu daha büyük olan katı atıktan kil örtü içine difüze olacaktır. Katı atıktaki ağır metal konsantrasyonu  $C_0$ , eklenen konsantrasyonun ayrılması sonucunda yenilenebildiği gibi zaman ile sabit olduğu kabul edilecektir. Atığın yerleştirilmesinden  $t$  zaman sonra ve katı atık ara yüzeyinden  $x$  mesafesindeki kil örtüdeki ağır metal konsantrasyonu  $C_i(x,t)$  (Crank, 1956)) denklem 5'den tayin edilebilir (Fetter, 1993).

$$C_i(x,t) = C_0 \operatorname{erf} x \frac{x}{2(D^* t)^{0.5}} \quad (5)$$

$C_i$  = Difüzyon başlangıcından  $t$  zaman sonra kaynaktan  $x$  mesafedeki konsantrasyon



$C_0$  = Sabit kalabilen orijinal konsantrasyon

$erfc$  = Tamamlayıcı hata fonksiyonu

Tamamlayıcı hata fonksiyonu  $erfc$ , Gauss normal dağılımla ilişkili matematik bir fonksiyondur. Bunun anlamı, difüzyon olayı için beklenildiği gibi genellikle bölünmüş denklem 5 tarafından çözüm tanımlanır (Fetter, 1993).

Tamamlayıcı hata fonksiyonu Tablo 1’de verilmiştir. Tamamlayıcı hata fonksiyonu ( $erf0$ ), hata fonksiyonu ( $erf$ ) ile ilişkilidir.

$$erfc(B) = 1 - erf(B)$$

$erf(B)$  ‘nin değeri,  $B$ ’nin sıfır (0) değeri için 1.0 ‘dir ve 3.0 ‘den daha büyük  $B$ ’nin tüm pozitif değerleri için sıfır (0)’ dır. Bazı uygulamalar için negatif bir sayının tamamlayıcı hata fonksiyonunu ( $erfc$ ), bulmak gerekli olabilecektir. Ek A’da  $B$ ’nin negatif değerleri için  $erfc(B)$  ‘nin değerleri verilmemiştir. Bunlar aşağıdaki ilişkiden hesaplanmalıdır (Fetter, 1993).

$$erfc(-B) = 1 + erf(-B)$$

Böylece  $erfc(B)$  ‘nin değeri sıfır (0) ile +2 aralığındadır. Çünkü  $erf(B)$  ‘nin maksimum değeri, 3 ve daha büyük sayılar için 1’dir.

**Tablo 1.** x'in pozitif değerlerin için tamamlanmış hata fonksiyonunu  $\text{erfc}(x)$  ve hata fonksiyonunun  $\text{erf}(x)$ 'in değerleri

X	$\text{erf}(x)$	$\text{erfc}(x)$	X	$\text{erf}(x)$	$\text{erfc}(x)$
0.05	0.056372	0.943628	0.20	0.910314	0.089686
0.10	0.112463	0.887537	0.30	0.934008	0.065992
0.15	0.167996	0.832004	0.40	0.952285	0.047715
0.20	0.222703	0.777297	0.50	0.966105	0.033895
0.25	0.276326	0.723674	0.60	0.976348	0.023652
0.30	0.328627	0.671373	0.70	0.983790	0.016210
0.35	0.379382	0.620618	1.80	0.989091	0.010909
0.40	0.428392	0.571608	1.90	0.992790	0.007210
0.45	0.475482	0.524518	2.00	0.995322	0.004678
0.50	0.520500	0.479500	2.10	0.997021	0.002979
0.55	0.563323	0.436677	2.20	0.998137	0.001863
0.60	0.603856	0.396144	2.30	0.998857	0.001143
0.65	0.642029	0.357971	2.40	0.999311	0.000689
0.70	0.677801	0.322199	2.50	0.999593	0.000407
0.75	0.711156	0.288844	2.60	0.999764	0.000236
0.80	0.742101	0.257899	2.70	0.999866	0.000134
0.85	0.770668	0.229332	2.80	0.999925	0.000075
0.90	0.796908	0.203092	2.90	0.999959	0.000041
0.95	0.820891	0.179109	3.00	0.999978	0.000022
1.00	0.842701	0.157299			

### ***Taşınım ve Adveksiyon***

Çözünmüş katılar, akan yeraltısuyu ile taşınırlar. Bu olay advektif taşınım veya konveksiyon olarak adlandırılmıştır. Taşınmaya başlayan eriyiğin miktarı akan yeraltısuyu miktarı ve

yeraltısuyundaki konsantrasyonunun bir fonksiyonudur. Tek boyutlu akış için, efektif porozite ile ortalama lineer hızın çarpımına eşit olan akan suyun miktarı, gözenekli ortamın bir birimlik kesit alanında geçerlidir. Ortalama lineer hız  $v_x$ , gözenek boşluklarından meydana gelen birim kesit alanını bir baştan bir başa geçen suyun akış oranıdır. Bu oran, kıvrımlılıktan dolayı ortalama lineer hızdan daha büyüktür, fakat akış yolu boyunca taşınan su moleküllerindeki ortalama oran değildir. Efektif porozite ( $n_e$ ), akışın meydana geldiği gözenekliliktir. Birbirine bağlı olmayan boşluklar (kapalı boşluklar) efektif poroziteyi içermez (Fetter, 1993).

$$v_x = \frac{K}{n_e} = \frac{dh}{dl} \quad (6)$$

$v_x$  = Ortalama lineer hız (L/T)  
 $K$  = Hidrolik iletkenlik (L/T)  
 $n_e$  = Efektif porozite  
 $dh/dl$  = Hidrolik eğim (L/L)

Bir boyutlu kütle akışı,  $F_x$  çözünmüş katının konsantrasyonu ile akan sıvı miktarının çarpımına eşit olan adveksiyondan dolayı denklem 7’de verilmiştir.

$$F_x = v_x n_e c \quad (7)$$

Bir boyutlu advectif taşınım denklemi;

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -v_x \frac{\partial C}{\partial x} \quad (8)$$

Advektif taşınım denkleminin çözümünde, ani bir ön konsantrasyon meydana gelir. Ön konsantrasyonun ilerleyen kenar tarafındaki konsantrasyon, yeraltısuyuna karışan konsantrasyona eşittir. Oysa kenarın diğer tarafında konsantrasyon arka plan değerinden farklı değildir ve bu tıkaç akışı olarak bilinir. Tüm gözenek sıvıları ile ilerleyen eriyik, kenar tarafından birbirlerinin yerini alırlar. Tıkaç akışından dolayı ortaya çıkan keskin ara yüz Şekil 1’de gösterilmiştir. V ‘deki düşey hızlı ilerleme çizgisi, yalnız adveksiyondan dolayı ilerleyen bir eriyik kenarı gösterilir (Fetter, 1993).

Jeolojik materyallerin heterojenliğinden dolayı, farklı tabakalardaki advektif taşınım, her bir tabakada farklı bir oranda yayılan eriyik kenarlarıyla sonuçlanabilir. Birçok tabakayı kesen sondaj kuyusundan çözünmüş kirliliğin yayılımının gözlenmesi için bir su numunesi her bir tabakanın sularının karışımı olacaktır. Adveksiyondan dolayı, her bir tabakada farklı oranlardaki eriyikler taşınacaktır. Karışık numune, ortalama lineer hızın düşük olduğu farklı bir tabakadan gelen kirlenmemiş yeraltısuyu ve bir tabakadan gelen eriyik taşınmış kirlenmiş suyun bir karışımı olabilir. Karışık numunedeki kirliliğin konsantrasyonu bunun için kaynaktan çok daha azdır (Fetter, 1993).

## ***Mekanik Dispersiyon***

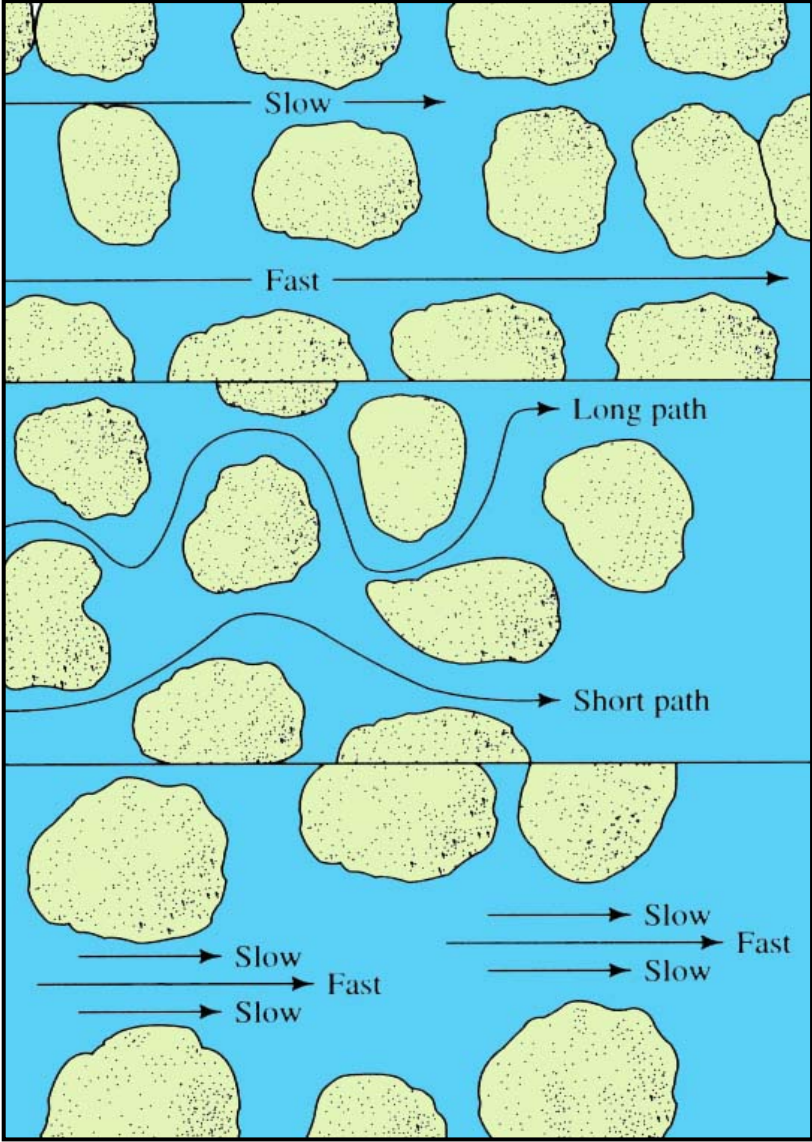
Yeraltısuyu, ortalama lineer hızdan az veya çok olmak üzere farklı oranlarda taşınır. Makroskobik ölçekte ilgili akış alanında ayrı ayrı gözeneklerin ortalaması olan yeterli bir hacim mevcuttur (Bear, 1972). Mekanik dispersiyonun 3 temel sebebi vardır.

Gözenek duvarları etkisi (Sürtünme); Gözeneklerdeki sıvı taşınımı gibi, eriyik kenarlardan gözenek merkezine doğru daha hızlı taşınacaktır.

Gözenek Büyüklüğü Etkisi; Sıvı parçacıklarının bazıları, aynı lineer mesafede giden diğer parçacıklardan gözenekli ortamdaki daha uzun akış yolu boyunca taşınır.

Kıvrımlılık (dolaşıklık etkisi); Bazı gözenekler diğerlerinden daha geniştir ki onlar gözenekleri içinden akan sıvının daha hızlı hareketine izin verirler. Bu faktörler Şekil 2’de gösterilmiştir.

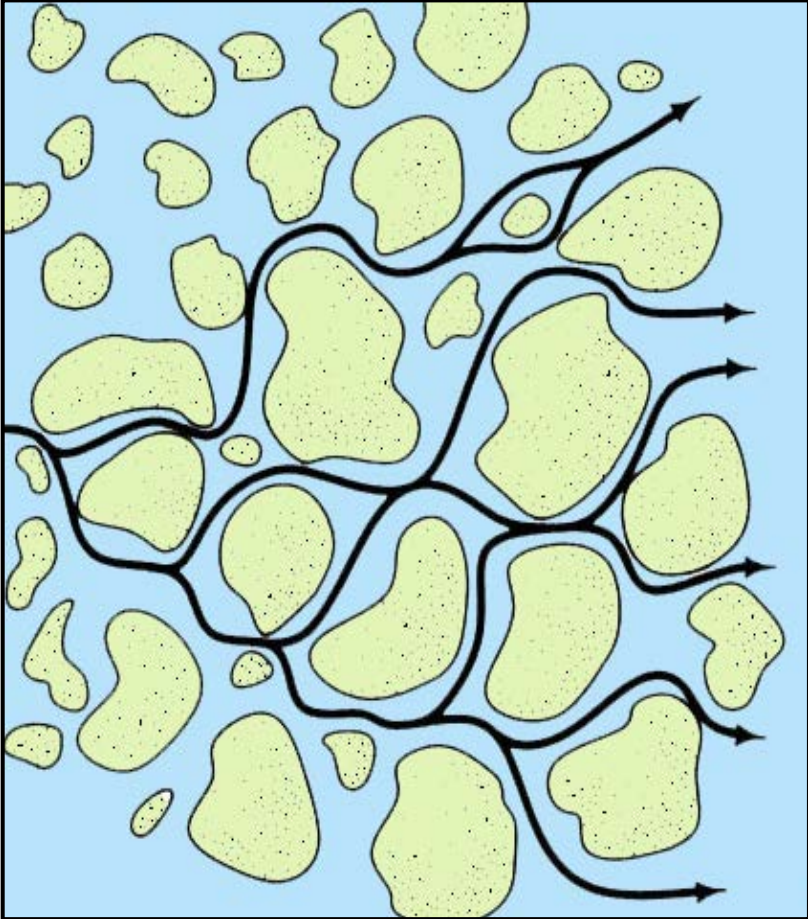
Eğer bir eriyikle kirlenmiş yeraltısuyu tamamen aynı oranda taşınınsaydı, mekanik dispersiyon iki suyun arasında ani bir ara yüz meydana getirir ve eriyiği kapsamayan suyun yerini alırdı. Bununla birlikte, aynı hacimde ilerleyen eriyikte kirlenmiş suyun tümü ilerlemediğinden dolayı, akış yolu boyunca karışım meydana gelir.



**Şekil 2.** Gözenek boyutunda, boyuna dispersiyona etki eden faktörler (Fetter, 1988)

Bu karışım hidrodinamik dispersiyon olarak adlandırılır ve o akışın ilerleyen kenarındaki eriyiğin konsantrasyonunun azalması ile sonuçlanır. Akış yolu boyunca oluşan karışım,

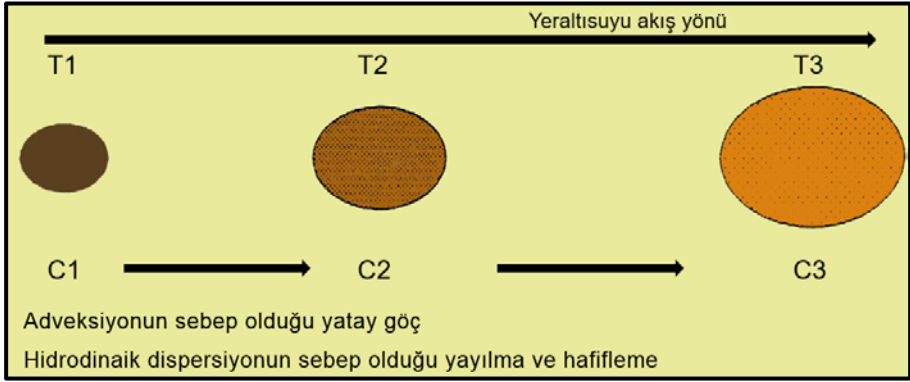
boyuna dispersiyon olarak adlandırılır. İlerleyen bir eriyiğin kenarı, Şekil 3’de gösterildiği gibi akış yönündeki diğer yönlerde yayılma eğiliminde olacaktır. Çünkü gözenek ölçeğindeki akış yolu birbirinden ayrılabilir. Bunun sonucunda, normal yönün karışımı olan akış yolu “enine dispersiyon” olarak adlandırılır (Fetter, 1993).



**Şekil 3.** Yanal hidrodinamik dispersiyona sebep olan gözenekli bir ortamdaki akış yolu ( Fetter,1988)

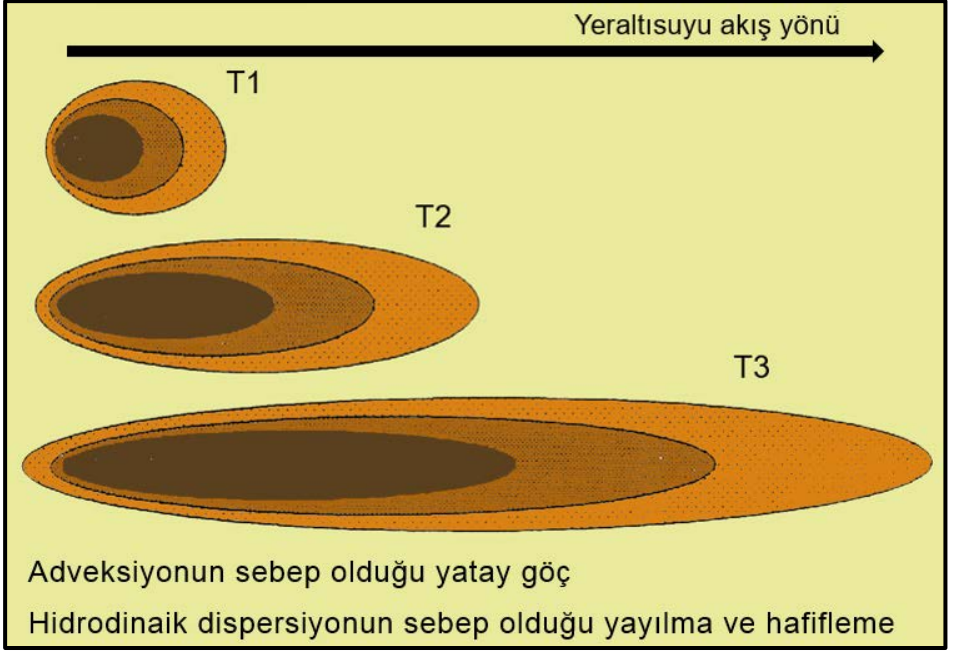
Eğer bir kirletici unsur su içerisinde bırakılırsa yukarıdaki etkilerden dolayı mekanik yayılmaya uğrayacaktır ve ortam içinde sürekli genişleyen bir yer tutacaktır. Aynı zamanda da moleküler difüzyon etkisiyle bu karışım tersine çevrilmez bir şekil alacaktır. Her ikisinin bileşik etkisine hidrodinamik dispersiyon adı verilir (Fetter, 1993).

Şekil 4’de bir noktadan bir seferde bırakılan sabit miktardaki bir kirleticinin yeraltısuyu akış yönündeki hareketi gösterilmektedir. Şekil 5’de ise sürekli sabit konsantrasyon ile bırakılan kirleticinin yeraltısuyu akım yönündeki hareketi görülmektedir (Thomas, 1992).



**Şekil 4.** Sabit kütleli kaynaktan çözülmüş izleyicinin hareketi (Thomas, 1992)





**Şekil 5.** Sabit konsantrasyonlu kaynaktan çözünmüş izleyicinin hareketi (Thomas, 1992)

Yeraltısularında ne zaman iki ayrı konsantrasyondaki sıvı karşılaşırsa dispersiyon söz konusu olur. Bunun en belirgin örnekleri;

- Yeraltısuyu ve yönünü incelemek için kullanılan izleyici testlerinde kullanılan izotopların taşınması,
- Yeraltısuyuna kirleticilerin karışması,
- Suni beslenme yönteminin uygulamasında, belli kalitede bir suyun farklı kalitede su içeren akifere pompalanması,
- Tuzlusu girişimidir.

Çeşitli ortamların dispersif özelliklerinin incelenmesi bugün en temel araştırma alanlarından biridir. Her 1000 m’de birkaç metrelik dispersiyon normaldir.

Eğer mekanik dispersiyon miktarının, ortalama lineer hızının “bir fonksiyonu” olduğunu ve mekanik dispersiyonun difüzyon için Fick kuralları tarafından (denklem 9 ve 10 ) tanımlanabildiğini kabul edersek, o zaman mekanik dispersiyon katsayısını ortaya koyabiliriz. Bu dinamik dispersivite veya basitçe dispersivite olarak tanımlanabilir. Ortalama lineer hızı ayarlayan ortam özelliklerine eşdeğerdir. Eğer temel akış yönü  $i$  ise, aşağıdaki tanımlar uygulanır;

$$\alpha_i v_i = \text{Boyuna mekanik dispersiyon katsayısı} \quad (9)$$

$$v_i = i \text{ yönünde ortalama lineer hız (L/T)}$$

$$\alpha_i = i \text{ yönünde dinamik dispersivite (L)}$$

$$\alpha_j v_j = \text{Enine mekanik dispersiyon katsayısı} \quad (10)$$

$$v_j = j \text{ yönünde ortalama lineer hız (L/T)}$$

$$\alpha_j = j \text{ yönünde dinamik dispersivite (L)}$$

### ***Hidrodinamik Dispersiyon***

Moleküler difüzyon prosesi, akan yeraltısuyundaki mekanik dispersiyondan ayrılamaz. Her ikisinin birleşmesiyle tanımlanan bir parametre hidrodinamik dispersiyon katsayısı (D) olarak adlandırılır. Hidrodinamik dispersiyon katsayısı aşağıdaki formül tarafından gösterilir (Fetter, 1993).

$$D_L = \alpha_L v_i + D^* \quad (11 a)$$

$$D_T = \alpha_T v_i + D^* \quad (11 b)$$

$D_L$  = Başlıca akış yoluna (boyuna) paralel hidrodinamik dispersiyon katsayısı,

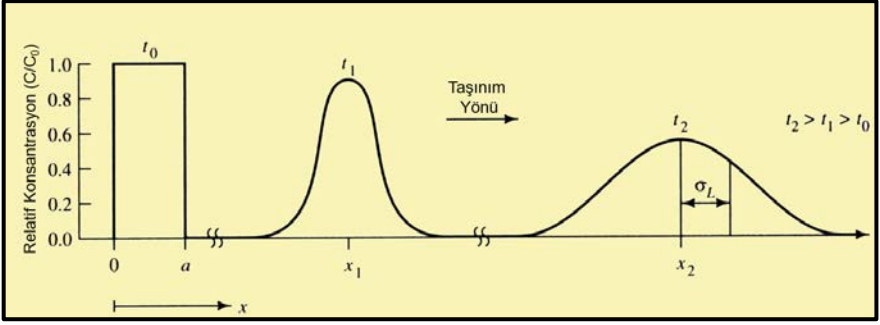
$D_T$  = Başlıca akış yoluna (enine) dik hidrodinamik dispersiyon katsayısı,

$\alpha_L$  = Boyuna dinamik dispersivite,

$\alpha_T$  = Enine dinamik dispersivite.

Bir boyutlu akış şartları altında gözenekli ortam içine enjekte edilen izleyici gibi davranan eriyiğin relatif konsantrasyonu ( $C/C_0$ ) üzerinde mekanik dispersiyon ve difüzyonun etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Dispersiyonsuz advectif taşınım Şekil 1'deki, V gösterimindeki düşey çizgidir. Mekanik dispersiyon ve difüzyonun etkisi görünmektedir (Fetter, 1993).

Hidrodinamik dispersiyon olayı, Şekil 6'da gösterilmiştir. Bir eriyiğin kütlesi,  $x= 0 + a$  aralığında  $t_0$  zamanında akifer içinde ani olarak ortaya çıkar. Advectif yeraltısuyu, eriyik kütlesi ile beraber taşınır. Eriyiğin dışa yayılma olayında,  $t_1$  ve  $t_2$  zamanları için gösterildiği gibi zamanla maksimum konsantrasyonlar azalır (Fetter, 1993).



**Şekil 6.** Dispersiyon ve adveksiyondan dolayı zamanla,  $C_0$  konsantrasyonu ile  $t_0$  zamanında enjekte edilen eriyiğin yayılımı ve taşınımı (Fetter,1988)

Varyans ve ortalama tarafından tanımlanan Gauss dağılımına sahip olacak konsantrasyon eğrileriyle hidrodinamik dispersiyonun model difüzyonu tahmin edilir. Enine ve boyuna hidrodinamik dispersiyon katsayılarının dağılımı aşağıdaki gibi tanımlanabilir (Fetter, 1993).

$$D_L = \frac{\sigma_L^2}{2t} \quad (12.a)$$

$$D_T = \frac{\sigma_T^2}{2t} \quad (12.b)$$

$t$  = zaman,

$\sigma_L^2$  = Yayılımın enine yayılım değişimi,

$\sigma_T^2$  = Yayılımın boyuna yayılım değişimi.

### ***Difüzyon Ve Dispersiyon'un Karşılaştırılması***

Önceki bölümde kütle taşınım denklemi, difüzyon ve mekanik dispersiyonun toplamı olan hidrodinamik dispersiyonu temeli üzerinde türetilmişti. Hidrodinamik dispersiyon, denklemde ayrılan terimlere sahiptir ve hidrodinamik dispersiyon terimi

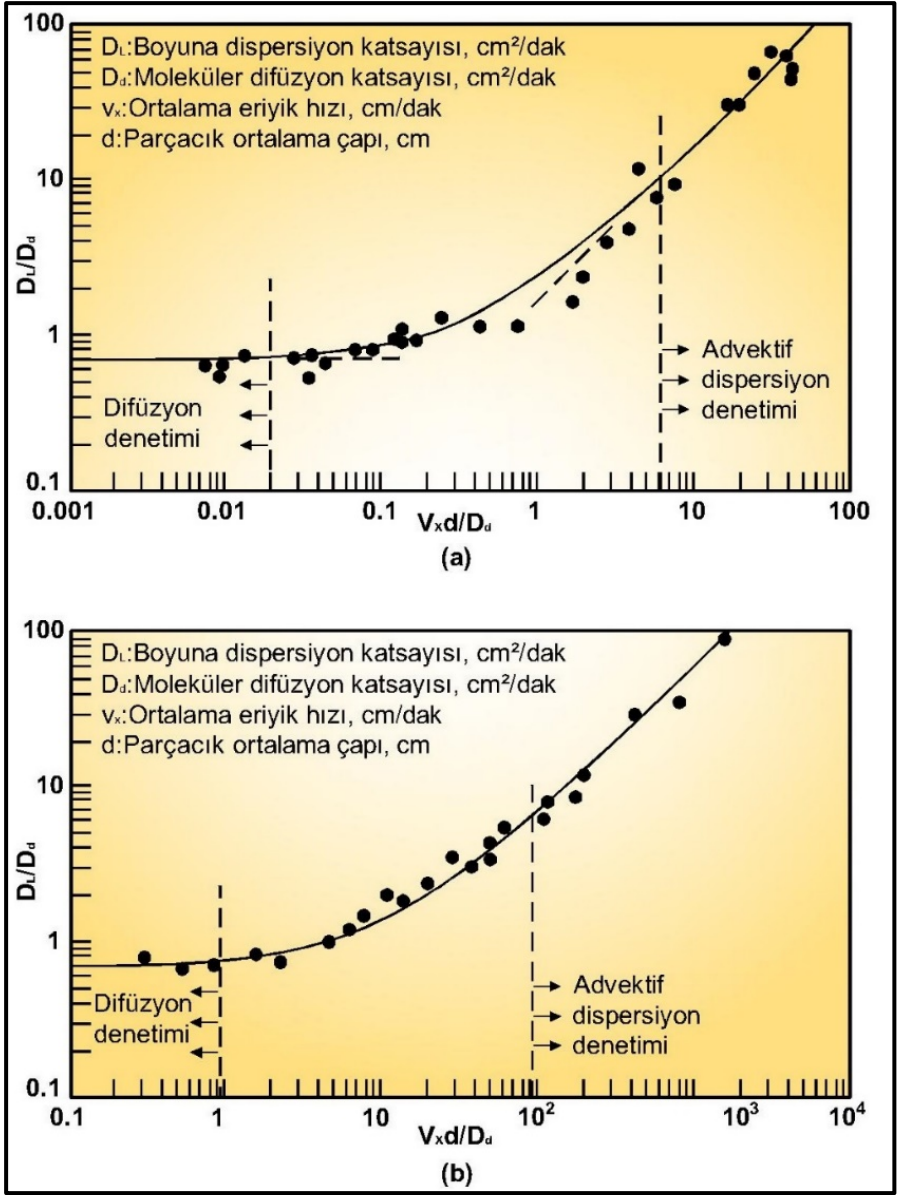
içindeki iki unsurun ayrılması mümkün olabilir. Fakat uygulanabilir bir konu olan yeraltısuyu akışının pek çok şartları altında difüzyon önemsizdir ve ihmal edilebilir (Fetter, 1993).

Taşınan eriyikte difüzyon ve mekanik dispersiyonun relatif etkisinin değerlendirilmesi mümkündür. Peclet sayısı; difüzyon veya dispersiyon tarafından taşınan kütlenin etkisi ile adveksiyon tarafından taşınan kütlenin etkisi arasında ilişki kurabilen boyutsuz bir sayıdır. Peclet sayıları, genelde boyuna hidrodinamik dispersiyon katsayısı  $D_L$ , moleküler difüzyon katsayısı  $D_d$ , karakteristik akış uzunluğu  $L$  ve  $d$ , akış hacmi  $v_x$  'in bulunduğu  $v_x L/D_L$  veya  $v_d d/D_d$  den meydana gelir. Sütun çalışmalarında adveksiyonla taşınımın moleküler difüzyonla taşınım değerine oranı olarak tanımlanan, Peclet sayısı ( $P$ ), moleküler difüzyon katsayısı  $D_d$  ve ortalama tane çapı  $d$  olmak üzere,  $v_x d/D_d$  gibi tanımlanan boyutsuz bir parametredir. Peclet sayısına karşılık  $D_L/D_d$  oranı çizilerek (Şekil 7.a) verilmiştir (Perkins ve Johnson, 1963). Birçok araştırmacıların deneysel eğriler gibi kullandıkları, izleyici ve kum kolonu deneysel ölçüm sayılarının sonuçları bu şekilde gösterilmiştir (Fetter, 1993).

$D_L = \alpha_L v_x + D^*$  'den dolayı, sıfır (0) akış hacminde  $D_L$ , efektif difüzyon katsayısı  $D^*$  'ye eşittir. Bunun anlamı, kıvrımlılık faktörü olan  $\omega$ 'nun değeri,  $D^* = \omega D_d$  gibi deneysel olarak tespit edilebilir. Çok düşük hacimlerdeki ( $D_L/D_d$ ) oranında, uniform kum için deneysel olarak tespit edilen  $\omega$ 'nun değeri 0.7

civarındaki bir değerle sabittir. Bu Şekil 7.a'nın sol tarafında bir düz hat çizgi gibi gösterilir. Bu bölgedeki difüzyon en etkili kuvvettir ve dispersiyon ihmal edilebilir. Peclet sayısının 0.4 ile 6 arasında olduğu geçiő bölgesinde, boyuna mekanik dispersiyon ve difüzyonun etkisi yaklaşık olarak eşittir (Fetter, 1993).

Peclet sayısının bir fonksiyonu olan  $D_T/D_d$  oranının çizimi Şekil 7.b'de gösterilmiştir. Eğri Şekil 7.a'daki bazı Şekillere sahip olmasına rağmen, o yaklaşık 100 kez daha büyük Peclet sayılarında meydana gelir. Bunun anlamı difüzyon boyuna dispersiyon için geçerli olan daha yüksek Peclet sayılarındaki enine dispersiyon üzerinde daha çok etkilidir. Daha yüksek Peclet sayıları, daha uzun akış yolları ve/veya daha yüksek hızlar ile meydana gelir. Daha yüksek Peclet sayılarındaki mekanik dispersiyon, kirlilik yayılım karışımının en etkili sebebidir ve difüzyon etkileri önemsenmeye bilir (Perkins ve Johnson 1963; Bear 1972 ve Verruijt, 1982). Bu Şartlar altında  $D_i$ , adveksiyon-dispersiyon denkleminde  $\alpha_i$   $v_i$  ile yer deęiőtirebilir.



Şekil 7. Peclet sayısı ve boyutsuz dispersiyon katsayısının karşılaştırma grafiği (Perkins ve Johnson, 1963)

## SONUÇ

Endüstrileşmenin giderek arttığı günümüzde, bu artışa eşdeğer olarak yeraltısularının kalitesini tehdit eden kirletici unsurlarda artmaktadır. Bunun yanında nüfus artışına bağlı olarak temiz su kaynaklarına duyulan ihtiyaçta aynı oranda artmaktadır. Bu iki yönlü artış yeraltısularının kalitesinin korunmasını ve tatlı su kaynağı olarak kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Bu zorunluluk son yıllarda özellikle yeraltısularının kalitesinin belirlenmesi ve modellenmesi çalışmalarının artmasına sebep olmuştur. Yeraltısuyu kalite ve kirletici taşınım modellememesi çalışmalarında, doymuş ortamda kütle taşınımı denklemleri kullanılmaktadır. Doymuş ortamda kütle taşınımının temeli, homojen ortamda dispersiyon için geliştirilmiş kısmi diferansiyel denklemlere dayanmaktadır.

Yeraltısularında herhangi bir eriyik daima, yüksek konsantrasyonlu bir ortamdan, daha düşük konsantrasyonlu bir ortama doğru taşınmaktadır. Difüzyon veya moleküler difüzyon olarak bilinen bu olay, eğer sıvı taşınmıyorsa, konsantrasyon gradyanı olduğu sürece meydana gelmektedir.

Eğer bir izleyici su içerisine bırakılırsa yukarıdaki etkilerden dolayı mekanik yayılmaya uğrayacak ve ortam içinde sürekli genişleyen bir alan kaplayacak şekilde hareket edecektir. Aynı zamanda da moleküler difüzyon etkisiyle meydana gelen bu karışım konsantrasyonu asla tersine döndürülemez bir şekil alacaktır. Buna rağmen yeraltısuyu akışının pek çok



durumlarında difüzyon önemsiz ve ihmal edilebilir olarak kabul edilmektedir.

Yeraltısuyunda doymuş ortamda kütle taşınımını denetleyen faktörler; konsantrasyon gradyanı ile taşınım, taşınım-adveksiyon, mekanik dispersiyon, hidrodinamik dispersiyon, difüzyon ve dispersiyon karşılaştırması başlıkları altında incelenerek sunulmuştur.

## **KAYNAKLAR**

- Bear, J. (1972). *Ph.D. dispersion* . Minnesota: University of Minnesota.
- Bear, J., & Verrujit, A. (1987). *Modelling groundwater flow and pollution*. Dordrecht, Netherland: D. Reidel Publishing Company.
- Behbahaninia, A. (2015). Modeling heavy metals (Cr, Ni, Pb) transport in soil under sewage sludge application. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences (JBES)*, 46-50.
- Carman, P. C. (1937). Fluid flow through granular beds. *Transactions, Institution of Chemical Engineers*(15), 150-166.
- Crank, J. (1956). *The mathematics of diffusion*. London: Oxford University Press.
- de Josselin de Jong, G. (1958). Longitudinal and transverse diffusion in granular deposits. *Transactions, American Geophysical Union*, 39(6), 261-268.
- Durgaprasad, M., Dhakate, R., Sankaran, S., Gurunadha, R., & Rama Rao, P. (2017). Assessment and prediction of groundwater quality using hydrochemical, flow and transport modeling in the Kolhar Industrial Area, Bidar District, Karnataka, India. *Journal of Environment and Earth Science*, 39-60.
- Fetter , C. W. (1988). *Applied Hydrogeology*. Merrill Columbus: Longman Higher Education.

- Fetter, C. W. (1993). *Contaminant Hydrogeology*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Freeze, R. A., & Cherry, J. A. (1979). *Groundwater*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Kumarasinghe, U., Sakamoto, Y., Saito, T., Nagamori, M., Kalpage, C. S., Herath, G. B., . . . Kawamoto, K. (2017). Simulation of two-dimensional heavy metal transport in an aquifer at solid waste dumpsite: Estimatin the effectiveness of a permeable reactive barrier on heavy metal pollution control. *Seventh International Conference on Geotechnique, Construction Materials and Environment*, (s. 1-6). Mie, Japon.
- Melikadze, G., Chelidze, T., & Leveinen, J. (2005). Modeling of heavy metal contamination within an irrigated area. *Groundwater and Ecosystems* , 243-253.
- Ogata, A. (1970). Theory of dispersion in granular media. *US Geo. Sur. Prof. Paper(411-I)*, 34.
- Ogata, A., & Banks, R. B. (1961). *A Solution of the differential equation of longitudinal dispersion in porous media*. Washington: United States Government Printing Office, Geological Survey Professional Paper 411-0.
- Perkins, J. F., & Johnson, O. C. (1963). A Review of Diffusion and Dispersion in porous Media. *SPE Journal(3)*, 70-84.
- Robinson , R. A., & Stokes, R. H. (1965). *Electrolyte solutions*. London: Butterworths Publications Limited.

- Shang, M., Liu, P., Li, F., & Chen, X. (2018). Environmental impact assessment of leachate from waste rock piles on groundwater using numerical model, case study Anhui, China. *Ekoloji*, 28(107), 829-836.
- Shinde, S. D., Patil , K. A., & Sadgir, P. A. (2015). River and ground water qualıt assessment using GIS. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 11502-11510.
- Thomas, S. D. (1992). The Mathematical modelling of groundwater flow and contaminant transport through porous ground. Charlybury: Oxford Geotechnica Limited.
- Uslu, O. (tarih yok). *Atık suların arıtılması ve büyük kanal projesi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Teknoloji Enstitüsü.
- Verruijt, A. (1982). *Groundwater Flow*. London: MacMillan.



**BÖLÜM 2:**  
**HİDROELEKTRİK SANTRALİN (HES) ÇEVRESEL AKIŞ**  
**MİKTARININ VE EKOLOJİK ETKİLERİNİN**  
**DEĞERLENDİRİLMESİ; GERİZ (BURDUR) ÖRNEĞİ**

Dr. Öğr. Üyesi İ.İskender SOYASLAN<sup>1</sup>

Dr. Öğr. Üyesi Kerem HEPDENİZ<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye, isoyaslan@mehmetakif.edu.tr

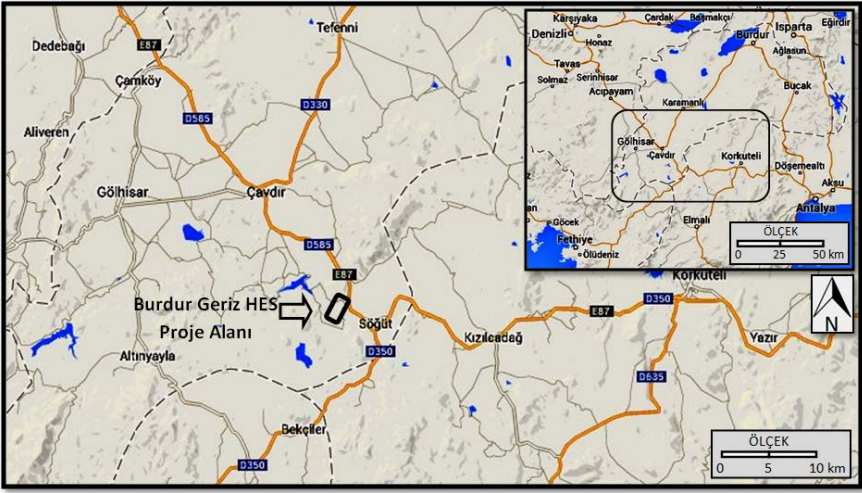
<sup>2</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye, khepdeniz@mehmetakif.edu.tr



## GİRİŞ

Geriz HES Projesi Akdeniz Bölgesi'nde Burdur İl sınırları içerisinde 1/25.000 ölçekli Türkiye topoğrafik pafta indeksinde Denizli N23-c4 paftasında 745000-748000 Doğu, 4103000-4105000 Kuzey koordinatları arasında yer almaktadır. Çalışma alanına en yakın yerleşim birimi çalışma alanının kuzeyinde yer alan Çavdır ilçesi ile doğusunda yer alan Söğüt kasabasıdır. Çavdır İlçesi coğrafi olarak Akdeniz ve Ege bölgelerinin komşu sınırları boyunca Toros dağlarının batısında bulunmaktadır. İlçenin yüzey alanının yaklaşık % 55'i ormanlık ve maki bitki örtüsü ile kaplıdır. İlçenin toplam yüzölçümü 486 km<sup>2</sup> olmasına rağmen bu alanın neredeyse sadece % 30'unda tarım faaliyeti sürdürülmektedir. İlçe yüzölçümü içerisinde çayır ve mera olarak kullanılan arazi büyüklüğü 22 km<sup>2</sup> olup, köy yerleşim alanı ve tarım dışı kullanılan alan ise 61,5 km<sup>2</sup>'dir. Çavdır ilçesi Burdur ve Denizli illerine 90 km ve Antalya iline ise 115 km uzaklıktadır. Çavdır ilçesi ulaşım ağı içerisinde Burdur, Denizli, Antalya ve Fethiye ilçesi karayolu güzergâhlarının kesişim noktasında konumlanmaktadır (Şekil 1).





**Şekil 1.** Burdur Geriz HES proje alanlı yer buldur haritası

Burdur Geriz HES Projesi; 1/100 000'lik Denizli–N23 ve 1/25.000'lik Denizli N23-c4 paftalarında yer almaktadır. Söğüt gölü havzası ise; 1/100.000'lik Denizli–N23 ve Denizli O23 paftaları ile 1/25.000'lik Denizli N23-c1, N23-c2, N23-c3, N23-c34 ve Fethiye O23-a2, FethiyeO23-b1 -b2 paftalarında yer almaktadır. Su alma yapısı Denizli N23-c4 paftasında, Söğüt Ovası drenajını sağlayan kurutma kanalının tünel çıkışında, Suçıktığın Dere'nin başlangıcı ve 1385 m. kotundan alınan su kot izleyerek Gözlek Tepe (1510m.) batısındaki yükleme havuzuna iletim kanalı ile buradan cebri borularla Kocadeğirmen Mevkiindeki 1236 metre kotundaki HES'e taşınacaktır. Proje kapsamında Söğüt kurutma kanalı tüneli çıkışında 1383,50 m kotu üzerinde 2m yükseklikte su alma yapısı yapılacak ve alınacak su, 809 m uzunluğunda iletim yapısı ile taşınarak yükleme havuzuna getirilecektir. Yükleme havuzu sonrası su cebri boru ile 504 m taşınıp santral binasına getirilecektir. Santral binası girişinde cebri boru iki

kola ayrılacak ve santralde türbinlere verilen sular kuyruksuyu kanalı ile Suçıktığın deresine bırakılacaktır.

## **JEOLJİK DEĞERLENDİRME**

İnceleme alanı, Güneybatı Anadolu’ da Batı Toroslar’ da bulunan inceleme alanı, Isparta bükümü olarak bilinen bölgenin batı kesiminde yer almaktadır. Antalya Körfezi’nin kuzeyinde, karstik kireçtaşı platformu olan Toroslar kuzeydoğuya dönerek yaklaşık ters V şeklinde bir gidiş meydana getirir. Oluşan bu ters V şeklinin doğu kanadı Batı Toroslar’a, batı kanadıysa Likya Naplarına aittir. Her iki kanatta Göller Bölgesi içerisinde yer alan Eğirdir Gölü kuzeyinde birleşmiş ve bu nokta Blumenthal (1951)’in “Coubure d’ Isparta” olarak isimlendirdiği Isparta açısını oluşturmuştur (Bozcu, 1996).

Isparta Bükümü farklı stratigrafik düzeylere sahip olan otokton kökenli litolojiler ile otokton istifler üzerine farklı jeolojik zaman dilimlerinde konumlanmış olan allokton birimlerden oluşmaktadır. Bölgede otokton konumlu istifleri Beydağları otoktonu ile Anamas-Akseki otoktonu oluşturur. Allokton konumlu istifleri ise Brunn vd., (1971)’in tanımladığı Antalya, Likya ve Beyşehir-Hoyran napları meydana getirmektedir.

Toros dağlarını meydana getiren litoloji Mesozoyik karbonatların Neotektonik dönemde gelişmiş Isparta açısı, ana çizgileriyle batı yönünden Fethiye Burdur fay zonu, doğu yönünden ise Akşehir Simav fayları ile sınırlandırılmıştır. Oldukça karmaşık jeolojik konuma sahip bölgedeki kayalar Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı olup, otokton,

allokton ve volkanik birimler olmak üzere üç grup altında toplanır (Hançer, 1996). Allokton kaya toplulukları ise (Şenel, 1984; Poisson, 1984; Robertson ve Woodcock, 1984) tarafından Likya, Antalya ve Beyşehir-Hoyran napları şeklinde adlandırılmıştır.

Orta Oligosen sonunda ki ikincil bir sıkışma evresi ile Güneybatı Anadolu' nun büyük kesimi olan Menderes Masifinin ekseni suüstü olmuş ve otokton molasta, görelî otokton özelliği göstermiştir. Böylece, Orta Oligosen sonunda, Orta ve Batı Anadolu tek bir blok olarak yükselirken, aynı hattın güney zonu çökmeye başlamıştır. Antalya bölgesinde özellikle Akitaniyen-Burdigaliyen döneminde (Blumenthal, 1951; Brunn ve diğerleri, 1971; Poisson, 1977; Akbulut, 1977), güneyden kuzeye doğru Miyosen deniz ilerlemesine sebep olmuştur.

Tortoniyen sonunda ise Toros dağlarının kuzey iç kesimi ve güney dış kesimi tamamen suüstü olmuş ve denizel kökenli litolojilerin tamamı, Üst Miyosen-Pliyosen aralığındaki karasal kökenli litolojiler tarafından uyumsuz olarak üstü kapatılmıştır. Bu uyumsuzluk düzlemi Yeni tektonik dönemin başlangıcını belirlemiştir. Bu dönem de ise karasal tortullaşma, kıta içi volkanizma ve blok faylanma olayları etkin olmuştur. Yapılan çalışmalarda volkanitlerin Orta Miyosen-günümüz yaş aralığında olduğu, bunun yanında Tortoniyen dönemi sonlarına doğru Türkiye'nin güneybatısı tamamen yükselmeye başlaması ile günümüzde de etkili olan çekme tektoniği rejimine girerek blok faylanmaya uğradığı belirtilmiştir.

Güneybatı Türkiye, tektonik faaliyetlere bağlı olarak depremsellik açısından oldukça aktif bir yapıya sahiptir. İncelenen bölgede 1900-2006 yılları arasında magnitüdüleri 4.0 ve 4.0' den büyük olan 1744 deprem meydana gelmiştir. Bunlardan 212' sinin magnitüdü 4.0-4.5 aralığında olup,  $M > 5.0$  olan depremlerin sayısı ise 121 olarak belirlenmiştir (Gökçe, 2007). Bölgede ilki Girit adası, Rodos adası, Fethiye-Burdur hattı, ikincisi ise Simav, Emet, Gediz, Altıntaş, Afyon hattında olmak üzere iki önemli sismik kuşak bulunmaktadır (Koçyiğit, 1984). Fethiye ile Burdur arasında kalan fay yaklaşık 300 km'lik bir uzunluğa sahip olup genişliği çoğu yerde 3-10 km. arasında değişen sol-yanal doğrultu atımlı bir faydır. Geç Pliyosen'de meydana gelmiş olan bu fay zonu Isparta açısının batı hattının, saate ters yönünde meydana gelen dönme hareketinin bitmesine sebep olmuş olup, doğu kanadını meydana getiren Akseki ve Anamas kütesinin dönmesi ise Geç Pliyosen döneminden sonra günümüzde de halen sürmektedir (Yağmurlu ve Şentürk, 2005).

**Stratigrafi;** Batı Akdeniz bölgesinde yer alan proje alanında allokton konumlu Likya napının kaya birimleri ile örtü kayacı olarak Kuvaterner yaşlı alüvyon ile yamaç molozları gözlenir. Drenaj alanı çok geniş ve çok çeşitli jeoloji birimlerinden oluşmuştur. Bu nedenle proje uygulama sahası ve yakın çevresinde belirtilen naplara ait formasyonlar ayırtlanmış olup, sadece çalışma alanında yüzeylenen Dutdere Kireçtaşı, Karanasıflar Formasyonu, Yamaç Molozu ve Alüvyon üzerinde ayrıntıları ile verilmiştir.

**Domuzdağ Napı:** Likya naplarının en üstünde bulunan tektonik litoloji olarak tanımlanan Domuzdağ napı, çalışma alanında Dutdere kireçtaşı ve Karanasıflar formasyonu ile temsil edilir.

**Karanasıflar Formasyonu:** Kireçtaşı ve çört katkılı litolojiler içeren birim Şenel vd., (1989) tarafından adlandırılmıştır. Orta ve kalın tabakalı yapıya sahip olan breşlerden meydana gelen Karanasıflar formasyonu, farklı gradasyona sahip, kireçtaşı, çört, çörtlü kireçtaşlarını içermektedir. Çakıllar, köşeli ve oval dane özelliğinde, orta ve kötü boylanmaya ve çok az derecelenmeye sahiptir. Birim bej, krem, sarımsı kahve renklerde kireçtaşı ve çört elemanlıdır. Birim içinde yer yer kırmızımsı ve yeşilimsi renkli mikrit ve kirli sarı renkli kumtaşı kıltaşı ve siltaşı mercekleri gözlenmektedir. Çalışma alanında kireçtaşı, çörtlü kireçtaşı ve killi kireçtaşı olistolitleri tespit edilmiştir. Ofiyolitik melanj karakterindeki litolojiler ise az olmakla birlikte gözlenmiştir (ÇOB, 2008).

**Dutdere Kireçtaşı: (TrJd):** Rekristalize kireçtaşlarından oluşan formasyon Ersoy (1989; 1992) tarafından adlandırılmış olup, orta ve kalın tabakalı, aşınma yüzeyi gri renkli kırılma yüzeyi kirli beyaz, açık gri, gri renkli masif kireçtaşlarından oluşur. Litolojinin üst kısmında açık gri, krem renkli kireçtaşları ile üstte pembe, kırmızı renkli yumrulu kireçtaşları bulunmaktadır (Şenel vd., 1987).

**Yamaç Molozu (Qym):** Jeomorfolojik olarak üst kotlarda bulunan dağların eteklerinde mostra vermektedir. Birim blok, çakıl, kum, silt ve

kil gibi farklı gradasyona sahip daneleri içermektedir. Litoloji 35 m kadar çıkan kalınlığı halen oluşumu devam etmektedir.

**Alüvyon (Qal):** Peneplen özellik gösteren akarsu yatakları ve düşük eğimli topoğrafya üzerinde yayılım göstermektedir. Çimentolanmamış çakıl, kum, silt ve kil danelerinden oluşan litoloji, filiş litolojileri civarında ve geniş ovalarda silt ve kil gibi ince daneli, eski göl yataklarında ise turba ve kilden oluşmaktadır.

Çalışma alanında Likya naplarının değişik formasyonları ile genç örtü kayaları bulunur. Çalışma alanındaki jeolojik birimlerden Dutdere kireçtaşı ve alüvyonun taneli kısımları geçirimli akifer özellik gösteren kayalardır. Kızılcadağ melanj ve olistrostromu ile Çameli formasyonu ise genelde geçirimsizdir. Akifer özellik gösteren kayalar sularını bulunuş konumlarından dolayı genellikle kaynak şeklinde boşaltmaktadırlar. HES'in su alma yapısı, iletim hattı, yükleme havuz ve hidroelektrik santral yeri inşaatları uygulamalarında yeraltısuyu ile ilgili önemli bir sorunla karşılaşılacağı düşünülmektedir.

Çalışma alan civarında bulunan akarsuyu çevreleyen sedimanter kökenli litolojilerin hidrojeolojik özellikler oldukça yüksek olmasına rağmen, tesis alanındaki tek doğal yeraltı suyu boşalım noktası olan Kelerli Pınarının mansapta kalacak olmasından dolayı sorun oluşturmayacaktır. Dolayısıyla, yüzey ve yeraltıları arasında dikkate alınabilecek derecede bir bağlantı bulunmamaktadır.

## METEOROLOJİK DEĞERLENDİRME

Çalışma alanı yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve yağışlı özellik gösteren karasal iklimi hâkimdir. Yağışlar genellikle kış ve ilkbahar aylarında görülmekte, Akdeniz'den gelen yağışları Torosların güney yamaçlarına bıraktığından çalışma alanındaki yağış miktarları düşük düzeyde gerçekleşmektedir. Çalışma alanındaki yağış özellikleri genellikle cephesel olarak gerçekleşmekte olup nadiren de olsa konvektif ve oroğrafik yağışlar görülmektedir.

Yağışların büyük bölümü ilkbahar ve kış aylarında düşmekte olup, proje alanı ve çevresine kışın yağın karın taşkınlara herhangi bir etkisi bulunmamaktadır. Bunun yanında kışın yağın karın ilbaharda erimesi sonucu kaynakların beslenmesine katkısı vardır. Çalışma alanının yakın civarındaki Söğüt köy Devlet Meteoroloji İstasyonu'nun (DMİ) rakımı 1410 m olup, 1962-2003 yılları arasındaki toplam 42 yıllık ortalama yağışı 456,5 mm olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanı ve civarında bulunan DMİ rasatları kullanılarak yıllık ortalama yağış miktarı 414,0 mm hesaplanmıştır.

Çalışma alanının yakın çevresinde bulunan Söğüt köy, Korkuteli ve Osmankalfa DMİ'da buharlaşma miktarı gözlenmekte olup, 1963-2003 periyodunda 41 yıllık gözlemlere göre ortalama buharlaşma değeri 1444 mm olarak hesaplanmıştır.

## **PROJEDEN ETKİLENECEK JEOMORFOLOJİK YAPILAR**

Burdur Geriz HES projesinin yer bulunduğu Geriz Değirmen mevkiinde güneybatıya doğru uzanan çok derin olmayan bir vadi bulunmaktadır. Proje alanının oluşturan bu vadi kuzeyde Dalcabelen Tepe (1521 m.), kuzeybatıda Değirmen Tepe (1303 m.) ve Deliğınbaşı Tepe (1315 m.), kuzeydoğuda Çaputlu Tepe (1438 m.), doğuda Adataş Tepe, güneyde Gözlek Tepe (1516 m.) ve Küstüm Tepe (1403 m.) yer almaktadır. Vadinin kuzey ile doğu kısmı daha sarp ve yüksek eğim derecesine sahiptir bunun yanında doğu bölümü daha penne bir morfolojiye sahiptir. Vadi kuzey doğudan güney batı yönüne uzanmakta olup güney batıda bulunan Kumluk mevkiinde Suçıktağın dere tarafından kesilerek son bulmaktadır. Batı Akdeniz bölgesinin en tipik morfolojik şekillerinden olan, kalkerli arazilerde yağmur ve kar sularının kimyasal aşındırması ile oluşan oluk şeklindeki yarıntılar olarak tanımlan karstik şekillerden Lapyaların çalışma alanındaki derinlikleri bir kaç cm arasında değişiklik göstermektedir.

## **JEOMORFOLOJİK YAPININ HİDROJEOLOJİK SİSTEMLE ETKİLEŞİMİ**

Çalışma alanında akarsu akımları genel olarak yüzeysel ve yeraltısuyu akışından beslenim ile gerçekleşmektedir. Akarsuyu yatağını sınırlayan litolojilerin hidrojeolojik karakteristiklerinden dolayı akarsu beslenimine etkileri çok azdır. Çalışma alanında kurak bazı yıllarda akarsuya ait yataktaki akım aylık bazda  $0.016 \text{ m}^3/\text{s}$ 'ye kadar azalmaktadır. Bu değer 14 yıllık ortalama akımın ( $0,665 \text{ m}^3/\text{s}$ ) yaklaşık



% 2,4'üne karşılık gelmektedir (ÇOB, 2008). Uzun dönemde jeomorfolojik etkinin sonucunda ortamın ekolojik özelliklerinin devamı bahsi geçen kısa dönemli kuraklığın tolere edilebildiğini göstermektedir.

## **ÇEVRESEL AKIŞ MİKTARININ BELİRLENMESİ**

Burdur Geriz HES proje alanı içerisinde ve yakın çevresinde herhangi bir koruma statüsünde alan olmadığı, Ramsar alanı olarak tescil edilmeyen sulak alanıdır ve akarsuya bağımlı endemik bir türün olmaması sebebiyle çevresel akış miktarı belirlenmesinde ıslak çevre, akım süreklilik indisi ve bazı akım değerlendirmeleri yapılarak belirlenecektir.

Akarsular barındırdıkları tür çeşitliliği ve sağladıkları ürünler açısından bu habitatlarda yaşayan canlı toplulukları ile insanlık için vazgeçilemez ekosistemlerdir. Akarsu ekosistemlerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik bütünlüğü ve sürekliliği için en önemli faktör akan suyun kalitesi ve miktarıdır. Akarsuların ekolojik bütünlüklerini devam ettirebilmeleri için gerekli ilk şart, yıl boyu yeterli debide suyu taşımalarıdır. Bu debi “can suyu, telafi suyu, çevresel akış, ekolojik akış ve ekosistem su ihtiyacı” olarak adlandırılır. Her bir akarsu sahip olduğu özelliklere göre kendine has doğal bir akış rejimine sahiptir. Bu doğal akış rejimi, akarsulara insanların yapmış oldukları müdahaleler, aşırı ve yanlış kullanım nedeniyle her geçen gün bozulmaktadır. Bu bozulmanın önde gelen belirtileri akış debi miktarlarının yetersiz kalması, akarsuyun tümünde veya belirli kısımlarında kurumalar,

debinin baz akım miktarının altına düşmesi habitat bütünlüğünün ortadan kalkması olarak sıralanabilir. Akarsuların doğal yaşam ortamı olmaları dışında diğer bir çok kullanım için de gerekli olması, akarsuyun ekolojik bütünlüğünü devam ettirmek ve her bir kullanım amacını rasyonel bir düzeyde karşılamak için “çevresel akış” miktarının belirlenmesi, uygulanması ve izlenmesi gerekmektedir.

Akarsular için yalnızca tek bir basit can suyu akışı tanımlamak olası değildir. Bunun en önemli sebebi ise can suyunu belirleyen çok sayıda faktörün bulunmasıdır. Bu faktörler; akarsuyun büyüklüğü, akarsuyun su toplama havzasının jeolojik ve morfolojik yapısı, farklı hidrolik özelliklere sahip ana ve yan kollarının bulunması, akarsuyun tipi, akarsuyun kullanım şekilleri olarak sıralanabilir. Herhangi bir akarsu ekosisteminin ihtiyaç duyduğu su miktarı olan can suyu farklı yöntemler kullanılarak hesaplanabilmektedir.

Ekosistemin su ihtiyacı olarak tanımlanan can suyu miktarını belirlemek amacıyla;

1. Islak Çevre Metodu,
2. Debi Süreklilik İndisi,
3. Baz Akım Metodu kullanılmıştır.

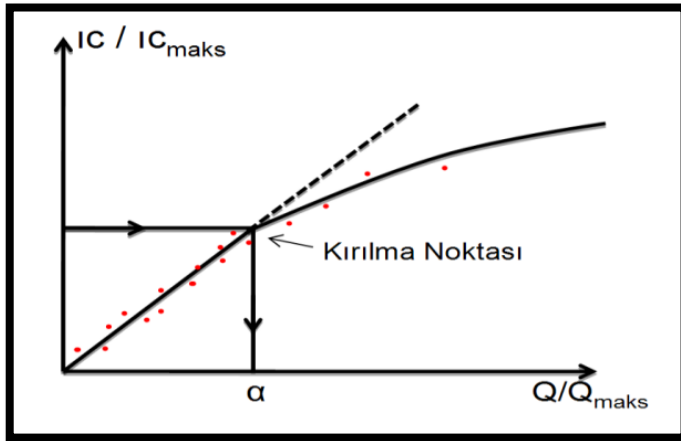
Doğal hayatın ve ekosistemin devamı için mansaba bırakılması gereken su miktarı, uygulamaya esas olarak son 10 yıllık ortalama akımın en az %10'u olmalıdır. Akarsu akımının, son 10 yıllık ortalamanın % 10'undan az olması halinde tamamı bırakılması gerekmektedir.

Proje alanında dere akımları büyük oranda yüzeysel akıştan beslenme ve karstik kökenli kaynaklardan boşalım ile sağlanmaktadır. Bununla beraber birim içerisinde gelişen farklı ölçeklerdeki karstik kökenli kayalardaki kırık-çatlak sistemleri boyunca süzülen sular inceleme alanı genelinde küçük debilerde kaynak şeklinde boşalım göstermektedir. Bu kaynaklar topoğrafik olarak daha üst kotlarda görülmesi ve bu kaynakların akarsuyu ve yan kollarını beslemesi akarsudaki su miktarını artırmaktadır.

Çalışma alanında uygulanması düşünülen Burdur Geriz HES ve regülatörleri için regülatör yerinde akarsuya bırakılması gereken ekosistem su ihtiyacı 3 farklı metot üzerinden tespit edilmiştir. Bu metotlardan akarsu ve akarsu çevresindeki ekosistemi korumak ve aynı zamanda HES'ten maksimum verimi sağlamak amacı ile Geriz HES çalışması için çevresel akış miktarını belirlemede ıslak çevre yöntemi, akım sürekliliği indisi ve baz akım yöntemi temel alınmıştır.

**Islak Çevre Yöntemi;** Islak çevre, canlıların yaşam sürdüğü ekosistemi temsil eden önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Metot çok kapsamlı bir alan çalışmasına ihtiyaç duymamakta, kullanımının pratik ve hızlı bir hesaplama yapmaya imkân sağlamaktadır. Islak Çevre Yöntemi ile yalnızca minimum çevresel akış miktarı hesaplanabilmektedir. Bundan dolayı akarsudan su kullanılması halinde bu durumdan ekosistemin nasıl etkileneceği ve bu etkinin büyüklüğü tespit edilememektedir (Marotz ve Muhlfeld, 2000; AMEC, 2003; Parker ve Armstrong, 2004; Reinfelds vd., 2004; King vd., 1999).

Islak Çevre Yöntemi'nde; akarsu yatağının genişleyerek suyun akış hızının ve suyun akarsu yatağına olan mesafenin düştüğü kritik kesitlerde ıslak çevre ile debi arasındaki ilişki kullanılır. Bunun için boyutsuz ıslak çevre ( $IC/IC_{maks}$ ) ile boyutsuz debi ( $Q/Q_{maks}$ ) büyüklükleri söz konusu kesite ait eşel en kesit parametrelerinden yararlanılarak hesaplanır (Şekil 3). Çevresel akış miktarı ise grafikteki kırılma noktasına ait boyutsuz debi değeri kullanılarak hesaplanan debiye karşılık gelmektedir.



**Şekil 3.** Boyutsuz Islak Çevre ( $IC/IC_{maks}$ )-Boyutsuz Debi ( $Q/Q_{maks}$ ) İlişkisi

Islak çevre değerinin büyük olması durumunda ekosistem içerisinde yer alan sucul canlıların yaşam ortamlarının ve hayatlarını idame ettirebilmeleri için gerekli olan su ihtiyaçlarının da fazla olacağını ifade etmektedir. Kırılma noktası öncesinde debideki çok az bir değişim bile ıslak çevrede dolayısı ile sucul canlıların yaşam ortamlarında büyük değişimlere sebep olabilmektedir. Kırılma noktasından sonra ise debideki olabilecek büyük bir değişim ise ıslak çevrede çok az değişime

sebeptir ki, zaten bu değişim ekosistem için kabul edilebilir düzeyde gerçekleşmektedir.

Kırılma noktası boyutsuz ıslak çevre ( $IÇ/IÇ_{maks}$ )-boyutsuz debi ( $Q/Q_{maks}$ ) grafiğinin eğiminin tamamen aynı olduğu nokta olarak ifade edilebilir. Islak çevre ile debi arasında kurulabilecek bir matematiksel bağıntıdan sonra kırılma noktası rahatlıkla bulunabilmektedir (King vd., 1999; Marotz ve Muhlfeld, 2000; DFID, 2003 ve HR Wallingford). Islak Çevre Yöntemi kapsamında hidrolik modelleme tekniklerinin kullanılabilmesi yöntemin avantajını, sadece minimum çevresel su ihtiyacının hesaplanabilmesi ise dezavantajını oluşturmaktadır. Dolayısıyla akarsudan su alınması halinde ekosistemin bu durumdan nasıl etkileneceği ve bu etkinin şiddetinin ne olacağı belirlenmektedir (King vd., 1999; Marotz ve Muhlfeld, 2000; DFID, 2003 ve HR Wallingford).

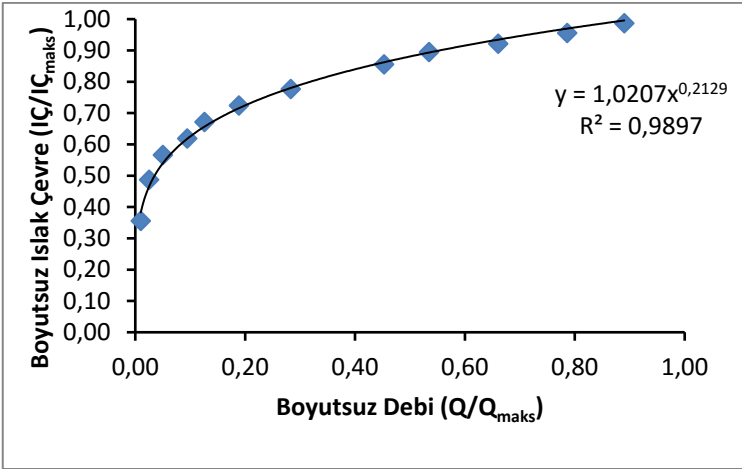
**Tablo 3.** Burdur Geriz HES regülatör yerine ait eşel en kesit parametreleri ve boyutsuz ıslak çevre ve boyutsuz debi değerleri

Q ( $m^3/sn$ )	Islak Çevre (IÇ) (m)	$IÇ/IÇ_{maks}$	$Q/Q_{maks}$
0,02	1,35	0,01	0,36
0,04	1,85	0,03	0,49
0,08	2,15	0,05	0,57
0,15	2,35	0,09	0,62
0,20	2,55	0,13	0,67
0,30	2,75	0,19	0,72
0,45	2,95	0,28	0,78
0,72	3,25	0,45	0,86
0,85	3,40	0,53	0,89
1,05	3,50	0,66	0,92
1,25	3,63	0,79	0,96
1,42	3,75	0,89	0,99
1,59	3,80	1,00	1,00

Tablo 3.'de verilen boyutsuz debi ile boyutsuz ıslak çevre arasındaki ilişki Şekil 4'de gösterilmiştir. Boyutsuz debi ile boyutsuz ıslak çevre arasındaki matematiksel ilişki:

$$\left(\frac{I\check{C}}{I\check{C}_{maks}}\right) = 1,0207 \left(\frac{Q}{Q_{maks}}\right)^{0,2129}$$

olarak elde edilmiştir. Yukarıdaki denkleminin boyutsuz debi değerine göre birinci türevinin 1'e eşitlenmesi ile eğrinin eğiminin değişim gösterdiği kırılma noktasına karşılık gelen boyutsuz debi değeri ( $Q/Q_{maks}$ ) yaklaşık 0.14 olarak bulunmuştur. Yapılan bu hesaplama sonucunda Burdur Geriz HES Regülatöründe çevresel akış miktarı  $Q_{\check{c}ev}$  değeri Tablo 4'de hesaplanmıştır.



Şekil 4. Boyutsuz Islak Çevre – Boyutsuz Debi grafiği

**Tablo 4.** Burdur Geriz Regülatörü için Hesaplanan Çevresel Akış Miktarı (m<sup>3</sup>/sn)

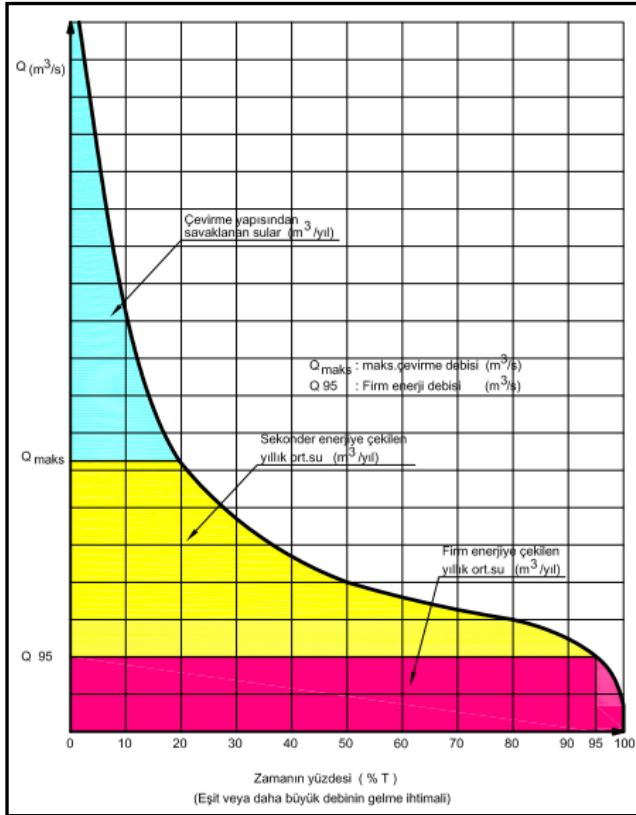
	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL
Qort	0,330	0,425	0,656	0,919	1,393	2,039	2,268	1,377	0,657	0,261	0,228	0,268
Qçev	0,046	0,059	0,092	0,129	0,195	0,285	0,318	0,193	0,092	0,036	0,032	0,037
Qçev (%)	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00

**Akım Süreklilik İndisi Yöntemi;** Bu yöntem uzun fasıllı günlük akım dataları kullanılarak zamanın seçilen belirli bir yüzdesinde akarsu kesitinden geçen debinin toplam frekans dağılımının tespitine dayalı bir istatistiksel metottur. Akım-süreklilik grafiği, kullanılan debiye eşit veya daha büyük bir akışın, akım değerlerinin analiz edilen zaman diliminde, zamana göre gelme olasılığını ifade etmektedir. Sonuç olarak, özellikle hidroelektrik santrallerin projelendirme ve uygulamalarında kullanılan bu grafik, uzun zaman periyodu içinde akarsuyun debi değişimini en iyi şekilde belirleyen bir parametredir.

Akım süreklilik eğrisinin doğru yaklaşımı verebilmesi için mutlaka günlük akarsu akım değerleri kullanılarak hazırlanmalıdır, yoksa örneğin, ortalama akımlarla elde edilen akım süreklilik eğrisi ile beklenen aynı hassas sonuç elde edilemez, çünkü elde edilen akım süreklilik eğrisi suyun akış rejimine ve memba şartlarına bağlı olmaktadır. Bir fikir vermek amacıyla günlük akımlarla hazırlanan debi süreklilik eğrisi ile elde edilen sonuçlar aylık ortalama akımların yüzdeleri kullanılarak hazırlanmış olan debi süreklilik eğrisi sonucunun yaklaşık %90-%95’idir. Debi süreklilik eğrisi yardımıyla herhangi bir debinin zamanın yüzde kaçında iletim hattından geçeceği ve maksimum çevirme debisine bağlı olarak yıllık türbinlenecek su miktarı

hesaplanabilmektedir. Tipik bir akım-süreklielik eğrisi Şekil 5’de verilmiştir.

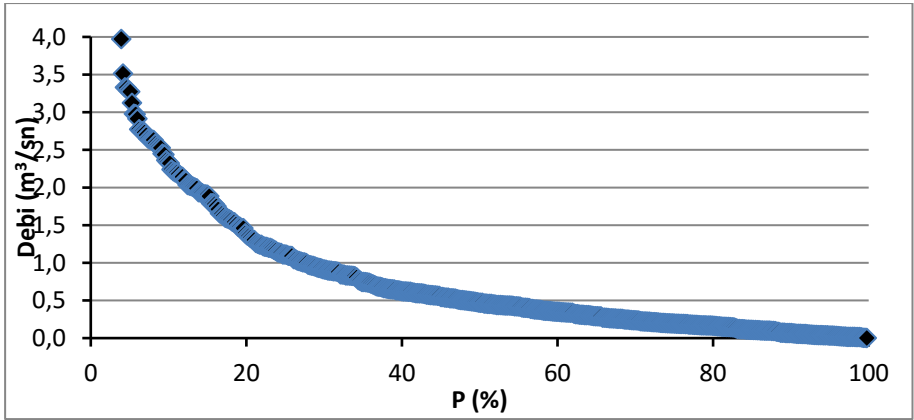
Bu yöntemde akım süreklielik grafiği çizilerek bir yıllık bir periyot içinde seçilen bir yüzdesinde (örğ. %0 70’i, %99’u) gerçekleşen minimum debiler (örğ.  $Q_{70}$ ,  $Q_{99}$ ) tespit edilmektedir (Smakhtin, 2001). Yöntemin uygulamasında ise genellikle  $Q_{95}$  ve  $Q_{90}$  değerleri kullanılmakta olup  $Q_{97}$ ,  $Q_{75}$ ,  $Q_{50}$ ,  $Q_{25}$  vb değerlerinde zaman zaman kullanıldığı da görülmektedir.



Şekil 5. Tipik bir akım süreklielik eğrisi



Proje kapsamında Burdur Geriz regülatörüne ait debi süreklilik eğrisi aylık ortalama değerlerinden % olarak hazırlanmış ve aşağıdaki Şekil 6’da verilmiştir. Burdur Geriz regülatör yerinde ölçülen verilere göre elde edilen debi süreklilik eğrisinden Q25, Q50, Q75ve Q95 değerleri belirlenmiştir. Elde edilen bu verilen Tablo 5’de gösterilmiştir.



**Şekil 6.** Burdur geriz regülatörüne ait debi süreklilik eğrisi grafiği

**Tablo 5.** Debi süreklilik indisine göre hesaplanan parametrelere ait değerler

Debi Süreklilik İndisleri	Q25	Q50	Q75	Q95
$Q_{\text{çev}}$ (m <sup>3</sup> /sn)	1,110	0,471	0,194	0,034

Burdur Geriz Regülatör yerine ait debi-süreklilik eğrisine göre söz konusu kesitte zamanın %95’inde 0,034 m<sup>3</sup>/sn, %75’inde 0,194 m<sup>3</sup>/sn, %50’inde 0,471 m<sup>3</sup>/sn ve %25’inde 1,110 m<sup>3</sup>/sn seviyesinde debi gözlenmekte olup, zamanın %100’ünde gözlenen debi (baz akım) değeri ise 0.002 m<sup>3</sup>/sn olarak belirlenmiştir. Ekolojik sistemdeki sucul

habitatın doğal koşullarda devamlılık göstermesi uzun dönemde 0,002 m<sup>3</sup>/sn seviyesinde kadar düşen debi değerine tolerans gösterilebildiğine işaret etmektedir.

**Baz Akım (Minimum Akımlar) Yöntemi;** Akarsularda baz akımı yani düşük akım olarak adlandırılan akarsu akımı, akarsuya boşalan ve genellikle yeraltı suyu boşalımından oluşmaktadır. Bu akımın içerisinde yağış ve kar erimesi sonucu gerçekleşen kaynak boşalmaları dâhil değildir. Burdur Geriz Regülatör yerinde ölçülen aylık ortalama akım miktarlarından yararlanılarak baz akım miktarı bulunmuştur. Regülatör yerinde gözlenen akımların zamana bağlı değişimini gösteren grafikler kullanılarak baz akımın görüldüğü aylar Ekim, Kasım, Aralık, Ocak, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarıdır. Bunun yanında yüksek akım değerleri Şubat-Mayıs ayları arasındaki 4 aylık dönemde gerçekleşmektedir. Buna göre Burdur Geriz HES Regülatör yerinde uzun süreli baz akım değeri düşük akış döneminde 0,002 m<sup>3</sup>/sn ve yüksek akış döneminde ise 0,016 m<sup>3</sup>/sn olarak hesaplanmıştır (Tablo 6). Akarsuyu rejiminin düzensizliği ve hidrolojik koşullar göz önüne alındığında Baz akım (minimum akımlar) yönteminin çevresel akış miktarının bulunmasında akarsu karakteristiklerini tam olarak temsil etmediği görülmüştür.

**Tablo 6.** Burdur Geriz HES Regülatör yerinde hesaplanan baz akım miktarları

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ortalama
Qort (m <sup>3</sup> /sn)	0,330	0,425	0,656	0,919	1,393	2,039	2,268	1,377	0,657	0,261	0,228	0,268	0,902
Qmin (m <sup>3</sup> /sn)	0,011	0,033	0,026	0,067	0,004	0,055	0,016	0,029	0,041	0,002	0,016	0,004	0,025
Mini. Akımlar Yöntemi	0,002	0,002	0,002	0,002	0,016	0,016	0,016	0,016	0,002	0,002	0,002	0,002	
% Ort. Akım	0,22	0,22	0,22	0,22	1,77	1,77	1,77	1,77	0,22	0,22	0,22	0,22	
Akış Dönemi	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	

Çalışma alanındaki Burdur Geriz HES regülatöründen aylık olarak akarsuya verilmesi gereken can suyu miktarları değişik yöntemler ile hesaplanmış ve Tablo 7’de verilmiştir.

**Tablo 7.** Farklı yöntemlere göre belirlenen ekosistem su ihtiyacı miktarı ve regülatör tarafından aylık bazda kullanılacak su miktarları (m<sup>3</sup>/sn)

	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Qort (m <sup>3</sup> /sn)	0,330	0,425	0,656	0,919	1,393	2,039	2,268	1,377	0,657	0,261	0,228	0,268
Qmin (m <sup>3</sup> /sn)	0,011	0,033	0,026	0,067	0,004	0,055	0,016	0,029	0,041	0,002	0,016	0,004
Min. Akımlar Yöntemi	0,002	0,002	0,002	0,002	0,016	0,016	0,016	0,016	0,002	0,002	0,002	0,002
% Ort. Akım	0,22	0,22	0,22	0,22	1,77	1,77	1,77	1,77	0,22	0,22	0,22	0,22
Akım Süreklilik Q95	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034	0,034
% Ort. Akım	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93
Akım Süreklilik Q75	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194
% Ort. Akım	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40	22,40
Akım Süreklilik Q50	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
% Ort. Akım	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39	54,39
Islak Çevre	0,046	0,059	0,092	0,129	0,195	0,285	0,318	0,193	0,092	0,036	0,032	0,037
% Ort. Akım	5,13	6,59	10,18	14,27	21,62	31,64	35,20	21,38	10,19	4,04	3,53	4,16
Önerilen Çevresel Akış	0,092	0,092	0,092	0,129	0,195	0,285	0,318	0,193	0,092	0,092	0,092	0,092
% Ort. Akım	10,20	10,20	10,20	14,30	21,62	31,60	35,25	21,40	10,20	10,20	10,20	10,20
Akış Dönemi	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Yüksek	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük
Sucul Dönem	Büyüme	Kışlama	Kışlama	Kışlama	Kışlama	Kışlama	Üreme	Üreme	Üreme	Büyüme	Büyüme	Büyüme

## SONUÇ

Çalışma alanı, su toplama havzası veya drenaj alanı olarak değerlendirildiğinde çok geniş ve çok çeşitli jeoloji birimlerinden oluşmaktadır. Bundan dolayı HES’in yakın çevresinde mostra vermiş formasyonlar üzerinde durulmuş olup, litolojiler Dutdere Kireçtaşı, Karanasıflar Formasyonu, Yamaç Molozu ve Alüvyon’dan oluşmaktadır.

Yakın civardaki DMİ verileri dikkate alınarak çalışma alanı için yıllık ortalama yağışı miktarı 414,0 mm ve yıllık ortalama buharlaşma miktarı

1444 mm olarak hesaplanmıştır. Yapılan arazi çalışmaları sonucunda projeden etkilenebilecek akım yatağı ve çevresinde kayda değer kanyon, düden, mağara, vadi vb. gibi jeomorfolojik ve karstik herhangi bir yapı bulunmamaktadır.

Akarsu çevresindeki canlı yaşam alanlarını korumak ve HES'ten en yüksek verimi elde etmek maksadıyla Burdur Geriz HES çalışması için çevresel akım miktarını belirlemede Islak Çevre yöntemi esas alınmış ve akarsuya verilmesi gereken aylık çevresel akım miktarı hesaplanmıştır. Çünkü doğal hayatın ve ekosistemin bozulmadan sürdürülebilmesi amacıyla, akarsu mansabına verilecek su miktarı, projeye esas alınan son 10 yıllık ortalama akımın en az %10'u olmalıdır. Islak çevre yönteminde çevresel akım miktarı ortalama akımın %14'üne karşılık gelmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akbulut. A.. (1980). Eğirdir Gölü güneyinde Çandır (Sütçüler-Isparta) yöresindeki Batı Torosların Jeolojisi, T.J.K Bülteni, C 23, 1-9 Ankara.
- AMEC Earth and Environmenatl Limited, (2003). Wetted perimeter assessment Shoal Harbour River, Shoal Harbour, Clarenville Newfoundland.
- Blumenthal, M. M., (1951). , Batı Toroslarda, Alanya ard ülkesinde jeolojik araştırmalar, MTA. Enstitüsü, No5, Ankara.
- Bozcu, A., (1996). Kasımlar (Sütçüler-Isparta) yöresinde yer alan Mesozoyik yaşlı denizel tortulların jeolojisi, petrografisi ve organik jeokimyasal yöntemlerle incelenmesi, SDÜ Fen Bil. Enst. Doktora Tezi, 135 s, Isparta
- Brunn, J. H, Argyriadis, I., Marcoux, J., Monod, O., Poisson, A., Ricou, Le., (1971). , Antalyanın ofiyolit naplarının orjini lehinde ve aleyhindeki kanıtlar, Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri kong., Özel bası, MTA. Gen. Md. 58-70 Ankara.
- ÇOB. (2008). Geriz Hidroelektrik Santrali Fizibilite Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Gökçe, V., (2007). , Güneybatı Türkiye’de deprensellik ve deprem tehlike analizi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeofizik Mühendisliğı, Anabilim Dalı, s. 81, Isparta.
- Hançer, M., (1996). , Güneyi Ağlasun –Bucak Civarının Jeolojik ve Tektonik Özellikleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen

Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta.

King., J., Tharme, R.,E., Brown, C., (1999). Definition and implementation of instream flows, Final Report, World Commission on Dams.

Koçyiğit, A., (1984). , Güneybatı Türkiye ve yakın dolayında levha içi yeni tektonik gelişim, T.J.K. Bülteni, c 27, s 1, Ankara.

Marotz, B., Muhlfield C., (2000). Evaluation of minimum flow requirements in the South Fork Flathead river downstream of Hungry Horse dam, Montana, 19–19–3, Bonneville Power Administration.

Parker, G., W., Armstrong, D., S., (2004). Comparison of methods for determining streamflow requirements for aquatic habitat protection at selected sites on the assabet and Charles rivers, Eastern Massachusetts, 2000–02, USGS, Scientific Investigations Report 2004–5092.

Poisson, A., (1977). , Recherches géologiques dans les Taurides Occidentales (Turquie), These présentée à l'Université de Paris sud (Centre D'Orsay) no d'ordre : 1902,Orsay.

Poisson, A., Akay, E., Cravatte, J., Muller, C, Uysal, Ş., (1984). Antalya naplarının Isparta bölüğüne merkezine yerleşmesi zamanı üzerine yeni veriler, Yeryuvarı ve İnsan, c 8, s 1, Ankara.

Poisson, A., Akay, E., Dumont, J., Uysal, Ş., (1984). , The Isparta angle e Mesozoic paleorift in the western Taurids, International Symposium geology of the Taurus Belt, M.T.A Yayınları 11-26 Ankara.

- Robertson, A.H.F., and Woodcock, N.H., (1984). The SW segment of the Antalya Complex, Turkey as a Mesozoic-Tertiary Tethyan continental margin. In Dixon, J.E., and Robertson, A.H.F. (Eds.), The Geological Evolution of the Eastern Mediter-ranean. Spec. Publ. Geol. Soc. London, 17:251 – 272.
- Reinfelds I., Haeusler, T., Brooks, A., J., Williams, S., (2004). Refinement of the wetted perimeter breakpoint method for setting cease-top-pump limits or minimum environmental flows, River Research and Applications, 20, 671–685.
- Smakhtin, V.Y., (2001). Low flow hydrology: a review. Journal of Hydrology, 240: 147-186.
- Şenel, M., (1984). , Discussion on the Antalya nappes: International symposiums, geology of the Taurus belt, M.T.A. Yayınlan. 41-51 Ankara.
- Yağmurlu, F. ve Şentürk, M., (2005). Güneybatı Anadolu'nun Güncel Tektonik Yapısı. Türkiye Kuvaterner Sempozy.

## **BÖLÜM 3:**

### **BİTKİ ÖZLERİNİN TEKSTİL MAMÜLLERİNE APLİKASYONUNDA KULLANILAN YÖNTEMLERİN İNCELENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Devrim DEMİRAY SOYASLAN<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye,  
dsoyaslan@mehmetakif.edu.tr





## GİRİŞ

Günümüzde farklı amaçlarla, tekstil mamullerine bitki özleri aktararak fonksiyonellik kazandırılması, oldukça yaygınlaşmıştır. Hatta bu ürünlerin gerek günlük kullanımda gerekse tıbbi tekstil alanında kullanımları oldukça artmıştır. Bu uygulamalar; pamuk, sargı bezi ve gazlı bez, ameliyat iplikleri, ameliyat önlükleri, bandajlar gibi tıbbi ürünlerde antibakteriyel özellik kazandırılması, yara iyileşmesi veya ilaç salımı amacıyla olabildiği gibi günlük kıyafetler, yatak örtüleri gibi ürünlerde de koku salımı yapılması gibi amaçlarla da olabilmektedir. Dolayısı ile bitki özlerinin tekstil mamullerine aplikasyonu uygulamaları çok geniş bir yelpazede kullanım alanı bulmaktadır (West ve Annett-Hitchcock, 2014).

Bu ürünlere farklı fonksiyonel etkilerin kazandırılması için bitki özlerinin aplikasyonu ise yüzyıllardır yapılagelmiştir. İlk çağlardan beri mumyalama işlemlerinin esasını da aslında çeşitli bitki özlerinin, tekstil materyallerine aplikasyonu oluşturmaktadır (Seong vd., 1999).

Genel olarak tekstil materyaline aktarılacak maddenin aplikasyonu; çektirme, emdirme, aktarma, püskürtme, köpükle aktarma ve kaplama yöntemlerinden biri kullanılarak yapılmaktadır. Bu yöntemlerin seçiminde tekstil materyalinin doku özellikleri ve hammadde özelliklerinin yanı sıra applike edilecek terbiye maddesinin özellikleri de önemli rol

oyunmaktadır (Kamel vd., 2009; Kim vd., 2003; Samanta vd., 2014; Perelshtein vd., 2013; Monlor vd., 2010).

Bitki özlerinin tekstil materyallerine aktarımı ise genel olarak günümüzde, emdirme (traditional pad method), mikrokapsülasyon (microencapsulation) gibi yöntemlerle yapılmaktadır (Ramya ve Maheshwari, 2013).

Bu çalışmada, medikal uygulamalarda kullanılmak üzere bitki özlerinin tekstil mamullerine aplikasyonunda kullanılan yöntemler araştırılmıştır. Bitki özleri tekstil mamullerine; antibakteriyel özellik kazandırmak, yara iyileşmelerinde vitamin ve minerallerin aktarılması, lokal anestezi uygulanması, koku hafızalı giysiler, ilaç taşınımı ve teslimi ve benzeri birtakım özelliklerin kazandırılması amacı ile applike edilmektedir (Ramachandran vd., 2004; Waskul vd., 2009; Chandrasekaran vd., 2012)

Bu çalışmada kısaca bu yöntemlerin başında gelen direkt aplikasyon yöntemi, mikrokapsülasyon ve sol-jel yöntemleri tanıtılmıştır.

## **BİTKİ ÖZLERİNİN TEKSTİL MAMULÜNE APLIKASYONU**

Aplikasyon işlemi tekstil terbiye işlemlerinde, terbiye maddesini içeren çözeltinin, tekstil mamulüne aktarılması işlemidir. Aplikasyonda temeli, tekstil mamulü ile mamule applike edilecek

olan maddenin olabildiğince çabuk ve homojen etkileşimini sağlayarak aktarma işlemini gerçekleştirmektedir. Aplikasyon işlemi, tekstil terbiye işlemleri için temel teşkil etmektedir. Bu işlemlerde kesinlikle tekstil mamulüne bir madde transferi olmaktadır. Bu transfer işlemi genellikle söz konusu maddenin sulu çözeltileri ile gerçekleştirilmektedir. Bu sebeple terbiye işlemlerinde aplike edilmek istenilen maddenin, emülsiyon, dispersiyon gibi sudaki çözeltileri ile işlem yapılmaktadır.

Aplikasyon yöntemleri; ‘‘çektirme’’ ve ‘‘emdirme’’ esasına göre olmak üzere geçmişten günümüze iki temel prensip altında yürütülmektedir. Bu yöntemlere ek olarak günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte, en az çözelti oranı ile çalışılan yöntemler olarak bilinen: aktarma, köpükle aktarma, püskürtme ve sürme yöntemleri de uygulanmaktadır. Bu yeni yöntemler, daha az kimyevi madde ve işçilik giderleri hedeflemesine rağmen sadece belirli uygulamalara yönelik olarak kullanıyor olmaları, temel yöntemler olan emdirme ve çektirme yöntemlerinin güncelliğini hala korumalarına neden olmaktadır (Çoban, 1987).

## **DİREKT APLİKASYON YÖNTEMLERİ**

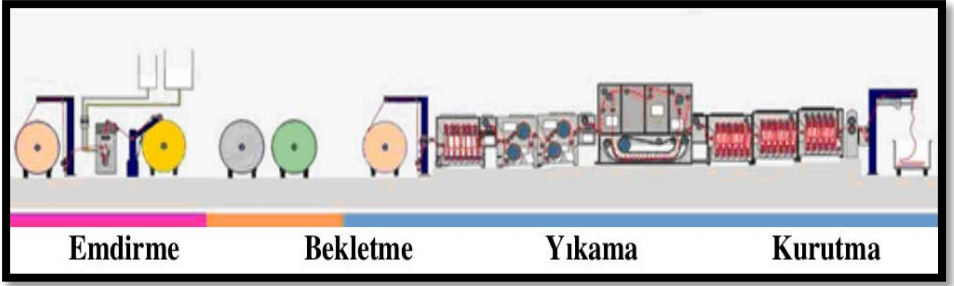
### ***Çektirme***

Tekstil materyallerine, uzun zaman ve uzun çözelti oranında uygulanan aplikasyon işlemlerine ‘‘çektirme’’ denilmektedir. Çektirme yöntemi; uzun çözelti oranında ve uzun zaman gerektirmesi nedeni ile bazı özel terbiye işlemleri dışında

ekonomik olmaması ve uzun zaman gerektirmesi nedeni ile nadiren tercih edilmektedir. Çektirme yöntemine göre çalışmada kullanılan terbiye maddesinin liflere ilgisinin yüksek olması istenir. İşlem süresinin uzun ve işlemin kesikli olması yöntemin dezavantajlarını oluştururken, işlem süresinin ve sıcaklığın isteğe göre ayarlanabilmesi ise yöntemin avantajlarını oluşturmaktadır.

### **Emdirme**

Tekstil materyallerine kısa zaman ve kısa çözelti oranında uygulanan aplikasyon işlemlerine "emdirme" denilmektedir. Emdirme yönteminde, kumaş tekneden geçerken terbiye maddelerini çözelti ile birlikte emerek üzerine almaktadır. Bu nedenle bu yöntem "emdirme" olarak adlandırılmaktadır. Kısa çözelti oranı, kısa süre ve kesintisiz çalışılabilmesi bu yöntemin avantajlarını oluşturmaktadır. Bahsedilen bu nedenlerden dolayı da üretim verimi, çektirme yöntemine kıyasla yüksek olmaktadır. Bu yöntemde, işlem esnasında tekstil mamulüne aktarılacak olan maddenin söz konusu tekstil mamulüne karşı ilgisinin olmaması veya az olması istenir. Bunun sonucu olarak da, tekstil materyalinin absorbe ettiği madde konsantrasyonu ile teknedeki çözeltide bulunan madde konsantrasyonu değişmemiş olur. Böylece zamanla teknede bulunan çözelti konsantrasyonu değişikliğe uğramaz. Tekstil mamulünün ıslanabilmesi ve çözeltiyi yeterli derecede emebilmesi için en az 3-15 sn teknedeki çözelti ile etkileşmesi gerekmektedir.



**Şekil 1.** Emdirme-bekletme yöntemine ait işlem basamakları (URL-1, 2019)

Aloe vera, nar, kimyon ve zencefil bitkilerinin kumaşlardaki antibakteriyel özelliklerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmada bitki ekstraktları hem emdirme hem de mikrokapsülleme yöntemleri kullanılarak pamuklu süprem kumaşa applike edilmişlerdir. Direkt aplikasyon yöntemine göre işlem gören kumaşın mikrokapsül lenip applike edilmiş kumaşa göre daha fazla antibakteriyel etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Fakat yıkama sonrası antibakteriyel aktivite sonuçlarına bakıldığında ise mikrokapsül lenerek applike edilen kumaşların direkt applike edilmiş kumaşlara göre daha fazla antibakteriyel aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir. (Ganesan vd., 2013).

Yine yapılan bir başka çalışmada, yıkama dayanımı yüksek gümüş katkılı antibakteriyel kimyasal bir madde geliştirilmiş ve bu madde akrilik esaslı bağlayıcılar kullanarak emdirme yöntemine göre modal örme kumaşa applike edilmiştir. Alınan SEM görüntülerinde kimyasal maddenin kumaşa bağlandığını ve aplikasyon işleminin başarı ile gerçekleştirilmiş olduğunu belirtmişlerdir (Üreyen vd., 2015).

Asetik asitten elde edilen gümüş abitatın tekstil uygulamalarında antibakteriyel ajan olarak kullanılmasının araştırıldığı bir başka çalışmada, gümüş abitatın kumaşa aplikasyonu için emdirme yönteminden yararlanılmıştır. Yapılan tekrarlı yıkamalar sonrasında da antibakteriyel aktivitenin kumaş üzerinde halen varlığını sürdürdüğü belirtilmiştir (Yıldız ve Değirmencioğlu, 2015).

### **Mikrokapsülasyon**

Bitki özlerinin tekstil mamullerine applike edilmesinde en çok kullanılan bir diğer yöntem de mikrokapsülasyon yöntemidir. Mikrokapsülasyon teknolojisi, tekstil mamüllerine kazandırdığı uzun süreli etki sebebiyle son zamanlarda sıkça kullanılmaktadır (Li vd., 2013; Sathianarayanan vd., 2011). Özellikle kontrollü salım gibi etkiler göz önüne alındığında bu yöntem rakipsiz görülmektedir (Re, 1998).

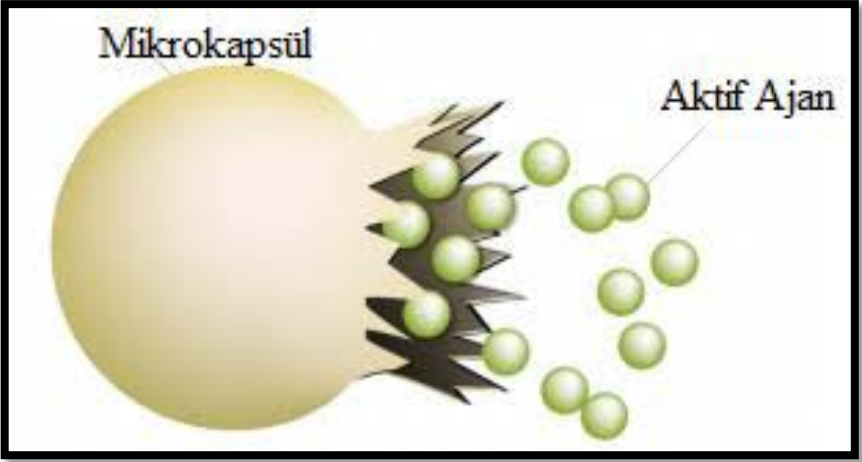
Mikrokapsül tekniği bir kabuk içerisine katı, sıvı veya gaz fazında bulunan maddenin hapsedilmesine dayanmaktadır. Bu yöntem mikron çapında yapılan özel bir paketleme yöntemi olarak da isimlendirilebilir. Mikrokapsülasyon sonucunda elde edilen çeper ve çekirdek maddeden oluşan ürüne mikrokapsül denir. Bu kapsül doğada mikro ya da makro boyutlarda bulunabilir. 1 µm den küçük olan kapsüller nanokapsül, 1000 µm den büyük olan kapsüller makrokapsül ve 3-800 µm aralığında olan kapsüller de mikrokapsül olarak adlandırılmaktadırlar.

Makrokapsüle yumurta, mikrokapsüle ise hücre örneği verilebilir (Ghosh, 2006; Jyothi vd., 2010 ; Karagönlü, 2011).

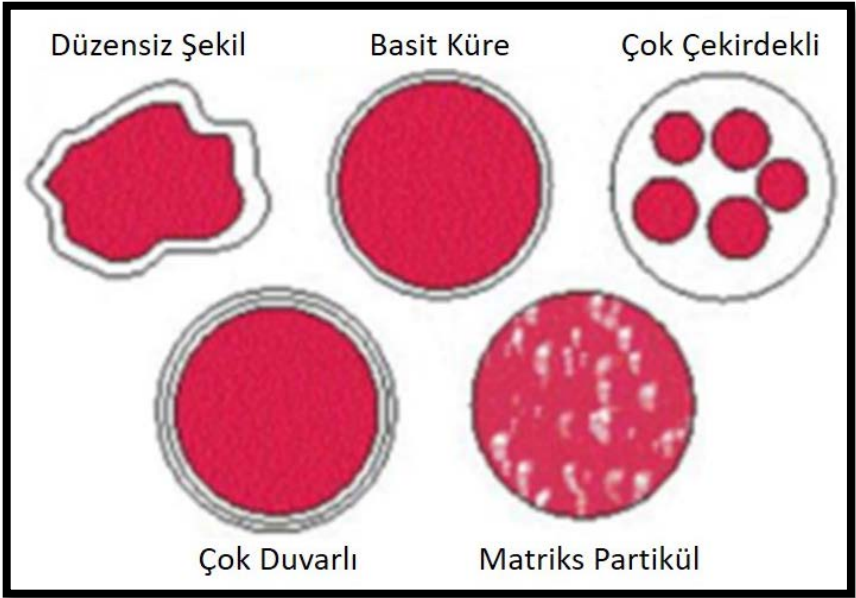
Mikrokapsülleme yönteminde, etken maddeleri hapsetmek amacı ile kabuk malzemesi olarak çeşitli malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler doğal ve sentetik polimerler olarak sınıflandırılabilirler. Doğal polimerlere örnek olarak; agar, aljinat, arap zankı, nişasta, selülöz, jelatin, kitosan, albümin verilebilirken sentetik polimerlere ise akrilik, polietilen, poliamid, poliüretan, polistiren, polivinil alkol ve silikomlar verilebilir.

Bir mikrokapsülün yapısı, onu meydana getiren çekirdek maddesine, çeper maddesine ve mikrokapsülasyon işleminin nasıl yapıldığına bağlıdır. Bir mikrokapsül yapısı, küre şeklinde veya düzensiz şekilli olabilir. Mikrokapsülleri bir çekirdekli, çok çekirdekli veya matriks yapılı olanlar olmak üzere sınıflandırmak da mümkündür. Bir çekirdekli mikrokapsüllerde, çekirdek maddesi bir çeper maddesi tarafından çevrenir. Çok çekirdekli mikrokapsüllerde ise mikrokapsül içerisinde bulunan çekirdek maddesi farklı kısımlarda toplanır ve çevresi çeper maddesi ile sarılır. Matriks tipi mikrokapsüllerde ise çekirdek maddesi çeper maddesi içerisinde homojen olarak dağılmıştır. Şekil 2’de basit bir mikrokapsül yapısı ve Şekil 3’de de farklı mikrokapsül yapıları görölmektedir.





Şekil 2. Basit bir mikrokapsül yapısı (Eyüpoğlu ve Kut, 2016)

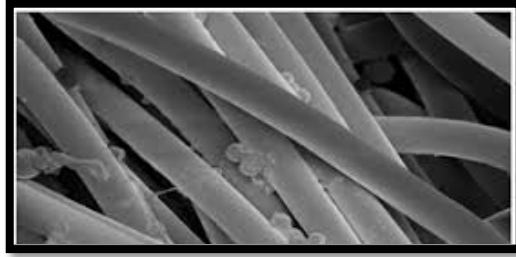


Şekil 3. Farklı mikrokapsül yapıları (Eyüpoğlu ve Kut, 2016)

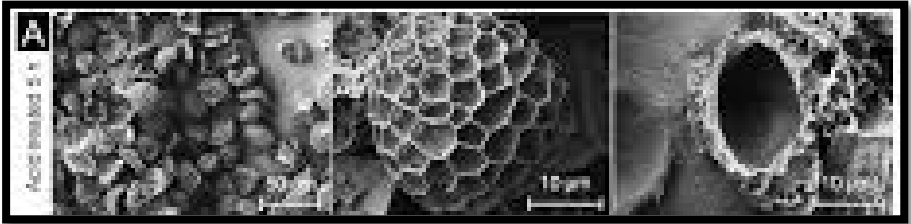
Mikrokapsülasyon tekniği, çekirdek maddenin korozif ve zararlı çevrelerden korunmasını sağlamaktadır. Ayrıca daha iyi

işlenebilirlik kazandırmakta ve raf ömrünü artırarak tehlikeli ve toksin materyallerin güvenilir bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır. Bunlara ek olarak mikrokapsülleme yöntemi ile enzim ve mikroorganizmaların immobilizasyonu gerçekleştirilebilmekte, tat ve kokular hapsedilebilmekte, sıvı maddeler katı halde taşınabilmekte ve salımı kontrol altında tutulabilmektedir (Anal ve Singh, 2007; Krasaekoopt vd., 2003; Champagne ve Fustier, 2007; Koç vd., 2010).

Aşağıda Şekil 4’de mikrokapsül aplike edilmiş bir kumaş yapısı ve Şekil 5’de ise doğal bir bitki özünden elde edilmiş mikrokapsül yapısı görülmektedir.



**Şekil 4.** Kokonat yağı mikrokapsülleri aplike edilmiş bir kumaş yapısı (Erikçi ve Kaloğlu, 2010)



**Şekil 5.** Doğal bir bitki özünden elde edilmiş mikrokapsül yapısı (Potroz vd, 2016)

Günümüzde pek çok mikrokapsülleme yöntemi kullanılmaktadır. Mikrokapsülleme yönteminin seçiminde ise, çekirdek maddenin türü, arzulanan materyal büyüklüğü, çeper maddenin geçirimsizliği vb. gibi özellikler belirleyicidir. Mikrokapsülasyon yönteminin türü, elde edilmek istenilen mikrokapsül için en etkin rolü oynamaktadır ( Eyüpoğlu ve Kut, 2016).

Başlıca mikrokapsül üretim yöntemleri; ekstrüder, püskürterek kurutma, in-situ polimerizasyonu, ara yüzey polimerizasyonu, koaservasyon ve akışkan yatak mikrokapsülasyon yöntemleridir. Tekstil alanında ise birçok çalışmada koaservasyon ve kompleks koaservasyon yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır.

Koaservasyon metodunda çekirdek materyali polimer çözeltisi içerisinde dispers haline getirilir. Polimer çözeltisinin çözülebilirliği, karıştırılırken sıcaklığın düşürülmesi, pH'ın değiştirilmesi vb. yöntemlerle faz ayrımı gerçekleştirilerek çeper materyali oluşturulur (Güler ve Kut, 2011).

Kompleks koaservasyon yöntemi ise farklı yüklere sahip iki kolloid kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Hidrofilik kolloidin sulu çözeltisi hazırlandıktan sonra ortama farklı yükteki ikinci kolloid ilave edilmektedir. İkinci kolloidin ilavesinden sonra kolloidler çekirdek madde etrafında toplanmaktadır. Böylece kompleks koaservasyona göre mikrokapsülasyon gerçekleşmektedir (Cireli vd., 2006).

Literatür incelendiğinde mikrokapsülleme yöntemi kullanılarak bitki ekstraktlarının kumaşa applike edildiği çalışmalar görülmektedir.

Susam, ay çekirdeği ve kabak çekirdeği ekstraktlarının lyocell kumaşa hem çektirme hem de mikrokapsülasyon metodu ile applike edildiği bir çalışmada kumaşlar yıkama haslığı ve antibakteriyel özellik konusunda değerlendirilmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bakır katkılı işlem görmüş kumaşların antibakteriyel aktivitesinin bakır katkısı bulunmayan kumaşlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında çektirme yöntemine göre applike edilen kumaşların mikrokapsül emdirilmiş kumaşlara göre daha yüksek zon çapı oluşturduğu ve mikrokapsül emdirilmiş kumaşların antibakteriyel aktivitesinin yıkamaya karşı daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Ganesan vd., 2012).

Yine bir başka çalışmada Sathianarayanan ve arkadaşları, tekstil uygulamaları için bitki ekstraktından çevre dostu doğal antibakteriyel bitim işlemi prosesi hazırlamışlardır. Bu işlem için fesleğen (*Ocimum sanctum*) ve nar kabuğu (*Punica granatum*) ekstraktı kullanmışlardır. Bu bitki özlerini pamuklu kumaşa direkt olarak, mikrokapsülleyerek ve çapraz bağlayıcı kullanılarak applike etmişlerdir. İşlem görmüş kumaşlara 'Staphylococcus aureus' ve 'Klebsiella pneumoniae' bakteri suşlarını kullanarak antibakteriyel aktivite testi uygulamışlardır. Test sonuçlarına göre direkt aplikasyonun kullanılan diğer

yöntemlere göre zon çapının daha yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Yıkama haslığı sonuçlarına göre de haslığı en düşük yöntemin direkt aplikasyon olduğu, yıkamaya en dayanıklı yöntemin ise mikrokapsülasyon olduğunu belirlemişlerdir. Su emiciliği özelliği konusunda değerlendirildiğinde direkt aplikasyon yönteminin en düşük emiciliğe, çapraz bağlayıcı kullanılarak kumaşa aplikasyon yönteminin en yüksek emicilik değeri içerdiğini tespit etmişlerdir (Sathianarayanan vd., 2011).

Sumithra ve Raaja (2012) ise yapmış oldukları çalışmada, %100 denim kumaşa 1:3:2 oranında sırasıyla *Ricinus communis*, *Senna auriculata*, *Euphorbia hirta* bitkilerinin metanollü ekstraktlarını direkt, mikrokapsülasyon ve nanokapsülasyon yöntemlerini kullanarak applike etmişlerdir. İşlem sonrasında kumaşların antibakteriyel aktivitesi incelendiğinde kullanılan 'Escherichia coli' ve 'Staphylococcus aureus' suşlarına karşı direkt aplikasyon yönteminin diğerlerine göre en etkili yöntem olduğunu, ama buna karşın 10 yıkama sonunda bu yöntemle applike edilen kumaşın antibakteriyel aktivite göstermediğini belirlemişlerdir. Mikrokapsül emdirilmiş kumaşa 20 ve 30 yıkama sonrası yapılan testlerde inhibisyon çapı oluşumu gözlenmemiştir. Nanokapsül emdirilmiş kumaşlarda 10 yıkama, 20 yıkama ve 30 yıkama sonrası yapılan testlerde 'Escherichia coli' ve 'Staphylococcus aureus' bakterisine karşı 25-35 mm arasında zon çapı oluşturduğunu tespit etmişlerdir (Sumithra ve Raaja, 2012).

## SONUÇ

Son yıllarda yapılan çalışmalar; bitki ekstraktlarının tekstillere yönelik antibakteriyel uygulamalarda modern sentetik maddelere göre daha çevre dostu ve daha düşük maliyetli malzemeler olduklarını göstermektedir. Dolayısı ile son yıllarda tekstil bitim işlemlerinde bitkisel antibakteriyel bileşiklerin kullanımına yönelik uygulamalar artış göstermektedir. Söz konusu bu ürünler, tekstil bitim işlemleri esnasında uygulanan bazı tekniklerle mümkün olmaktadır. Literatür incelemesi sonucunda günümüzde en sık kullanılan yöntemlerin; doğrudan aplikasyon, mikrokapsülasyon ve nanokapsülasyon yöntemleri oldukları belirlenmiştir. Bu üç yöntem kullanılarak üretilen tekstillerin antibakteriyel özellikleri kıyaslandığında, doğrudan aplikasyon yönteminin en büyük zon çapını oluşturarak en etkili yöntem olduğu ancak tekrarlı yıkamalarda bu yöntemin etkisini kaybettiği, mikrokapsülasyon ve nanokapsülasyon yöntemlerinin ise tekrarlı yıkamalara daha dayanıklı oldukları ancak nanokapsülasyon yönteminin mikrokapsülasyona göre daha uzun yıkamalara dayanıklı olduğu saptanmıştır.

Buna ilaveten bazı bitkilerin, arzu edilen aromaterapik etkilerinin yanı sıra kök, yaprak veya çiçeklerinde barındırdıkları doğal boyarmaddeler sayesinde boyama yeteneğine de sahip oldukları belirtilmektedir. Bu bitkilerin söz konusu bu iki yeteneğe sahip olmaları, bitki özlerinin tekstillere aplikasyonunda önemli ve bütüncül bir yaklaşımı ortaya

ıkaracağı ve bitki zleri aplike edilmiş tekstil malzemelerinin ağızdan alınan ilaçların yan etkilerini minimize ederek ilaç dağıtımına alternatif bir yöntem olabileceğini göstermektedir.

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, bitki zleri ile aplike edilmiş medikal tekstil ürünlerinin gelecek vaat ettiği ve tekstil pazarı açısından da katma değerini yüksek ürünlere dönüştürülmüş bu ürünlerin pazar için çok önemli bir yere sahip olacağı saptanmıştır.

## KAYNAKLAR

- Anal, A.K. ve Singh, H. (2007). Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 240-251.
- Champagne, C.P. ve Fustier, P. (2007). Microencapsulation for the improved delivery of bioactive compounds into foods. *Current Opinion in Biotechnology*, 18 (2), 184-190.
- Chandrasekaran, K., Ramachandran, T. ve Vigneswaran, C. (2012). Effect of medicinal herb extracts treated garments on selected diseases. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 11(3), 493-498.
- Cireli, A., Kutlu, B., Onar, N. ve Erkan, G. (2006). Tekstilde İleri Teknolojiler, *The Journal of Textiles and Engineer*, 13 (61), 7-20.
- Çoban, S. (1987). Emdirme ve çektirme yöntemleri gelişerek terbiyedeki önemlerini koruyorlar, *Tekstil ve Makina*, Cilt:1, Sayı:5, 260-266.
- Erikçi, T. ve Kaloğlu, F. (2010). Mikrokapsül uygulanmış kumaşı Chitosan ile kaplamanın mikrokapsüllerin yıkama dayanımı üzerine etkileri. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 9(2), 135-146.
- Eyüpoğlu, Ş. ve Kut, D. (2016). Mikrokapsülasyon teknolojisi ve tekstil sektöründe kullanımı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Özel sayı:29, 9-28.



- Ganesan, P., Ramachandran, T., Karthik, T. ve Vavidu, P.K. (2013). Extraction of copper enriched seeds for healthcare. *Textiles. Indian Journal of Fibre & Textile Research* 38(3), 313-316.
- Ganesan, P. ve Tamil Selvi, C. (2012). Microencapsulation of copper enriched herbals for curative garments. *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 11(3), 532-536.
- Ghosh, S.K. (2006). Functional coatings and microencapsulation: a general perspective. (Ed.), *Functional Coatings*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, 1-28.
- Güler, Z. ve Kut, D. (2011). Poliester perdelik kumaşta ısıtıl regülasyon sağlamaya yönelik mikrokapsül hazırlanması ve uygulanması, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16 (1), 105-115.
- Jyothi, N.V.N., Prasanna, P.M., Sakarkar, S.N., Prabha, K.S., Ramaiah, P.S. ve Srawan, G. (2010). Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. *J Microencapsul*, 27(3), 187-197.
- Kamel, M.M., El Zawahry, M.M., Ahmed, N.S.E. ve Abdelghaffar, F. (2009). Ultrasonic dyeing of cationized cotton fabric with natural dye. Part 1: Cationization of cotton using Solfix E”, *Ultrasonics Sonochemistry*, 16 (2), 243-249.
- Karagönlü, S. (2011). Medikal tekstil uygulamaları için antibakteriyel ajan içeren mikrokapsüllerin hazırlanması /

- Preparation of antibacterial agent loaded microcapsules for medical textile applications. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 116s, İzmir.
- Kim, S.S., Leem, S.G., Ghim, H.D., Kim, J.H. ve Lyoo, W.S. (2003). Microwave heat dyeing of polyester fabric. *Fibers and Polymers*, 4(4), 204-209.
- Koç, M., Sakin, M. ve Ertekin, F. (2010). Mikroenkapsülasyon ve gıda teknolojisinde kullanımı, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 77-86.
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B. ve Deeth, H. (2003). Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *International Dairy Journal*, 13, 3–13.
- Li, L., Song, L., Hua, T., Au, W.M. ve Wong, K.S. (2013). Characteristics of weaving parameters in microcapsule fabrics and their influence on loading capability. *Textile Research Journal*, 82 (2), 113-121.
- Monlor, P., Capablanca, L., Gisbert, J., Diaz, P., Montova, I. ve Bonet, A. (2010). Improvement of Microcapsule Adhesion to Fabrics. *Textile Research Journal*, 80(7), 631-635.
- Perelshtein, I., Ruderman, Y., Perkash, N., Beddow, J., Singh, G., Vinatoru, M., Joyce, E., Mason, T.J., Blanes, M., Molla, K. ve Gedanken, A. (2013). The sonochemical coating of cotton withstands 65 washing cycles at hospital washing standards and retains its antibacterial properties, *Cellulose*, 20 (3), 1215-1221.

- Potroz, M. G., Mundarg, R. C., Park, J. H., Tan, E. ve Cho, N. J. (2016). Extraction of plant-based capsules for microencapsulation applications. *Journal of Visualized Experiments*, 350-358. doi:10.3791/54768
- Ramya, K. ve Maheshwari, V. (2013). Analysis of the antimicrobial efficacy of bamboo/cotton knitted fabric finished with the extracts of the syzygium aromaticum buds. *J Textile Sci Eng*, 3:134. doi: 10.4172/2165-8064.1000134
- Re, M.I. (1998). Microencapsulation by spray drying. *Drying Technology*, 16(6), 1195-1236.
- Samanta, K. K., Gayatri, T.N., Shaikh, A. H., Saxena, S., Arputharaj, A., Basak, S. ve Chattopadhyay, S. K. (2014). Effect of helium-oxygen plasma treatment on physical and chemical properties of cotton textile. *International Journal of Bioresource Science*, 1 (1), 57-63.
- Sathianarayanan M. P., Chaudhari B. M. ve Bhat N. V. (2011). Development of durable antibacterial agent from banajwain seed (Thymus Serpyllum) for cotton fabric. *Indian Journal of Fibre Textile Research*, 36, 234-241.
- Seong, H.S., Kim, J. ve Ko, S.W. (1999). Preparing chitooligosaccharides as antimicrobial agents for cotton. *Text. Res. J.*, 69(7), 483-488.
- Sumithra, M. ve Raaja, N.V. (2012), Antibacterial Efficacy Analysis of Ricinus communis, Senna auriculata and Euphorbia hirta Extract Treated on the Four Variant of

- Denim Fabric against Escherichia coli and Staphylococcus aureus. *Journal of Textile Science & Engineering*, 02(03).
- Ramachandran, T., Rajendrakumar K. ve Radhai R. (2004). Antimicrobial textiles - An overview, *Journal of the Institution of Engineers (India)*, Part TX: Textile Engineering Division 84(2):42-47.
- URL-1. (2019). Pad batch yöntemi ile boyama. Tekstil Sitesi, Türkiye'nin En Büyük Tekstil Sitesi: <https://tekstil.sayfasi.blogspot.com/2013/01/pad-batch-yontemi-ile-boyama.html> adresinden 3.11.2019 tarihinde alındı
- Üreyen, M.E., Çavdar, A., Koparalı, S.A. ve Doğan, A. (2015). Yeni geliştirilen gümüş katkılı antimikrobiyal tekstil kimyasalı ve bu kimyasal ile işlem görmüş kumaşların antibakteriyel performansları, *The Journal Of Textiles and Engineers*, Sayı: 69.
- Waskul, D., Vannini, P. ve Wilson, J. (2009). The Aroma of Recollection: Olfaction, Nostalgia, and the Shaping of the Sensuous Self, March 2009, *The Senses and Society*, 4(1):5-22, DOI: 10.2752/174589309X388546.
- West, A.J. ve Annett-Hitchcock, K.E. (2014). A Critical Review of Aroma Therapeutic Applications for Textiles, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 9 (1), 1-11.
- Yıldız, A. ve Değirmencioğlu, M. (2015). Synthesis of Silver Abietate as an Antibacterial Agent for Textile Applications. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 4(5), DOI:10.1155/2015/215354.



## **BÖLÜM 4:**

# **JEOTEKSTİLLERİN TEMEL UYGULAMA ALANLARININ İNCELENMESİ**

Dr. Öğr. Üyesi Devrim DEMİRAY SOYASLAN<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Türkiye,  
dsoyaslan@mehmetakif.edu.tr



## GİRİŞ

Tüm jeoloji uygulamalarında kullanılan jeotekstiller, jeogridler, jeoağlar, jeomembranlar ve jeokompozitler başta olmak üzere mevcut tüm malzemeler “Jeosentetik” tanımı içerisinde yer almaktadır (Koerner, 2012). Jeosentetikler ASTM’nin tanımına göre; insan yapımı bir proje, yapı veya sistemin ayrılmaz bir parçası olarak toprak, kaya, zemin ve diğer jeoteknik mühendisliği ile ilgili malzemelerle birlikte kullanılan ve polimerik malzemeden üretilen düzlemsel ürünler olarak tanımlanmaktadır (ASTM D4439). Jeosentetikler, tekstil mühendisliği kapsamında ise, özel amaçlar için özel donanımlara sahip olacak şekilde farklı teknikler kullanılarak üretilen teknik tekstillerin bir türü olarak tanımlanmaktadır.

Jeogridler; genellikle takviye amaçlı kullanılan, sıkı bir dokuma, örme veya dokusuz yüzeyden ziyade bağlantılar arası büyük boşluklara sahip ve çok açık, ızgara benzeri konfigürasyona dönüştürülmüş polimerik malzemelerdir (Koerner, 2012).

Jeoaglar; genellikle birbirine paralel akut açılardaki polimerik uzantı kümelerinin sürekli ekstrüzyonu ile oluşturulan malzemelerdir. Çoğunlukla drenaj uygulamalarında kullanılırlar.

Jeomembranlar; özellikle sıvı ya da katı depolama tesislerinin kaplamaları ve kapakları için kullanılan geçirimsiz veya çok düşük geçirgenlikte ince kauçuk ya da plastik malzeme tabakalarıdır(Koerner, 2012).



Jeokompozitler: jeosentetiklerin farklı kombinasyonları bir araya getirilerek oluşturulan ürünlerdir.

Teknik tekstiller içerisinde değerlendirilen jeotekstiller ise; özellikle zeminle ilgili problemlerin olduğu mühendislik çalışmalarında kullanılan, örgülü, dokunmuş ya da dokunmamış doğal ve yapay malzemeden üretilen kumaş ya da keçe şeklindeki biçime sahip olan malzemelerdir (Burhan ve Soyaslan, 2016). Jeotekstiller, son yıllarda dünyadaki teknolojik gelişmelere paralel olarak, tekstil sektörü tarafından geliştirilerek; özellikle inşaat, jeoloji ve çevre mühendislikleri alanlarında yoğun olarak talep gören ürünler haline gelmişlerdir. Jeotekstiller ilk kez, 19. yüzyılın ortalarından itibaren basit teknikler ve deneme yanılma yöntemleri kullanılarak üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır (Yılmaz ve Eskişar, 2007). Son yıllarda özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmelerle birlikte yazılım ve modelleme çalışmalarının artması sonucunda; doğal ortamların analizi, sorunun ve çözüm yollarının belirlenmesi konularında gözle görülür bir ilerleme kaydedilmiştir. Bu ilerlemeyle birlikte jeotekstillerin çeşitleri ve kullanım alanları da genişlemiştir. Bunun temel sebebi ise jeotekstillerin sahip oldukları bazı özelliklerdir. Bu özellikler arasında en önemlileri olarak; sağlamlık, ekonomiklik, sahip olunan teknik özellikler, tedarik ve uygulama kolaylığı ile çevre dostu ürünler olmaları sayılabilir. Jeotekstiller; geleneksel konstrüksiyon materyallerine göre bazı önemli avantajlara sahiptirler. Bunlar;

- Kullanılan kayaç veya çakılların hacminde azalma,
- Uygulamanın toplam hacminde azalma,
- Pratik uygulanabilirlik,
- İşlem süresinde azalma,
- Maliyette azalma olarak sayılabilir (URL-1, 2019).

Mühendislik uygulamalarında bu kadar çok tercih edilen jeotekstillerle ilgili en önemli sorun ise hala ülkemizde hâkim terminolojinin bulunmamasıdır. Özellikle kısıtlı çalışma alanını genişletmek isteyen meslek grupları ve özellikle kamu kurumlarında söz sahibi meslek odaları tarafından İngilizce olarak “*geotextile*”, “*geosynthetic*” ve “*geomembrane*” olarak kullanılan ifadeler Türkçeye *geotekstil*”, “*geosentetik*” ve “*geomembran*” olarak aktarılmaktadır. İngilizcede kullanılan “*geo*” ifadesinin Türkçe karşılığı “*yer*”, “*jeo*” ve “*yeryüzü*” kelimeleri olup, doğru çeviri yapılması durumunda “*jeotekstil*”, “*jeosentetik*” ve “*jeomembran*” kelimelerinin kullanılması gerekmektedir. Bu durum, özellikle konunun “*yer bilimleri*” ile olan bağlantısının kesilmesi ve kendilerine yeni bir mesleki çalışma alanı oluşturma çabası olarak değerlendirilmektedir. Bu sebeplerden dolayı bu çalışma dâhilinde İngilizce kökene sahip “*geo*” yerine Türkçe karşılığı olan “*jeo*” ön ekinin kullanılması uygun bulunmuştur.

Bu çalışmanın asıl konusunu teşkil eden jeotekstiller; hidrojeoloji, jeoloji, inşaat ve çevre mühendisliği alanlarında kullanılmaktadır. Jeotekstillerin; baraj, tünel, karayolları,

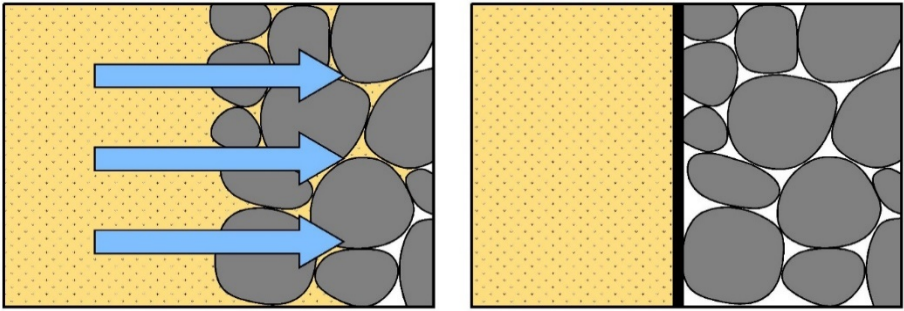
havaalanları, demiryolları, atık depo alanları, dolgular, istinat duvarı, su deposu, yapay göller, kanallar, kıyı koruma, drenaj yapıları, çatı ve duvar uygulamalarında sıvı, gaz, ısı, ses, ateş yalıtımı vs. gibi çok geniş alanlarda kullanımları mevcuttur. Başlıca altı ana fonksiyona sahip olan bu ürünler, genellikle kullanıldığı alanlarda bu fonksiyonlardan en az ikisini aynı oranda gerçekleştirebilirler. Bu temel fonksiyonlar ise; filtreleme, drenaj, güçlendirme, ayırma, koruma ve su yalıtım fonksiyonlarıdır (URL-2, 2008).

## **JEOTEKSTİLLERİN TEMEL FONKSİYONLARI**

### **Filtreleme**

En yaygın kullanılan jeotekstil fonksiyonlarından birisi filtrelemedir. İnsanlık tarihi boyunca mühendisler, filtreleme sistemlerinin tasarımında standart dane çaplarındaki agregaları kullanmışlardır. Filtreleme amacıyla kullanılan bir jeotekstil, farklı boyutlardaki danelerden oluşan zeminlerde benzer bir fonksiyona sahiptir (Şekil 1). Bir Jeotekstil filtreleme amacıyla kullanıldığında, temas halinde bulunduğu tabakalardaki doğal filtrelemenin oluşmasına katkıda bulunmalı ve suyun geçmesine izin verirken diğer zemin danelerini tutma özelliğine sahip olmalıdır. Jeotekstil ürünü; uygulandığı ortamdaki hizmet süresince, toprak ve zemin danelerinin sınırlı hareketine müsaade eden fakat sıvının akmasını sağlayan bir filtre olarak işlev görebilmelidir (Faure vd., 2006). Filtreleme fonksiyonuna sahip jeotekstillere, uygulamanın öngörülen hizmet ömrü

boyunca düzlemde zemin danelerinin hareketini sınırlaması ve yeterli sıvının akmasına izin veren bir filtre olarak işlev görmesi beklenir. Bu fonksiyonun kullanıldığı bazı mühendislik uygulamalarına örnekler ise; karayolu kenarlarındaki kanallar, istinat duvarı drenaj sistemleri, atık depolama ve su toplama sistemleri sayılabilir (Muthukumaran & Ilamparuthi, 2006; Anand, 2008; Rawal, 2010)



**Şekil 1.** Filtreleme fonksiyonuna sahip jeotekstillere örnek (Aksoy, 1993)

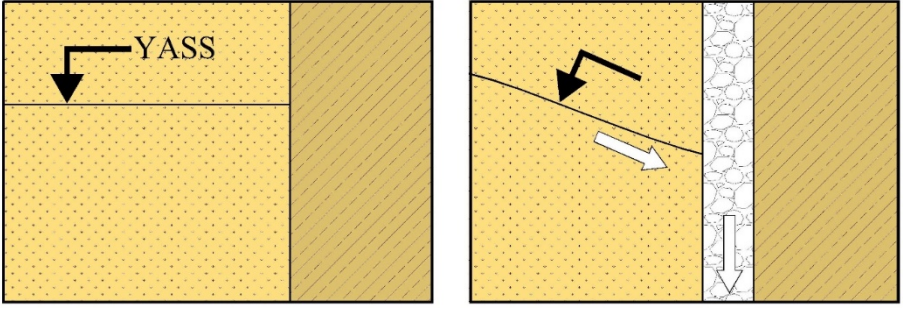
Filtreleme fonksiyonuna sahip jeotekstillerin kullanıldığı bir ortamda sadece sıvılar değil aynı zamanda gazların da geçişine izin verilir. Bu fonksiyonun uygulanmasında, drenaj sistemi veya geçirgen tabaka alttan ve üstten jeotekstillere ile kaplanmaktadır. Bu fonksiyona sahip jeotekstillerin en yaygın uygulama alanlarına ise istinat duvarları ve atık depolama alanları örnek verilebilir.

## Drenaj

Drenaj uygulamalarında kullanılan jeotekstiller, derecelendirilmiş filtrelerin geleneksel kullanımının değişmesine önemli katkılar sağlamıştır. Bir jeotekstil, sıvı veya gazı çıkışa doğru toplayıp, yönünü değiştirebildiğinde bir dren gibi davranmış olur. İyi filtrasyon ve geçirirlik özellikleri sergileyen herhangi bir jeotekstil malzemesi, drenaj uygulamalarında da kullanılabilir (Williams ve Luna, 1987).(Şekil 2). Jeotekstillerin drenajda kullanımının en önemli avantajları şunlardır:

- İkili ortam dolgusu ile filtre kumunun kullanılmasına gerek kalmaz.
- Bazı durumlarda, delikli filtre boruların kullanımına gerek kalmaz.
- Sadece kum dolgusunun bulunduğu durumlarda, bir filtreleme yapmak üzere drenaj borusunu jeotekstille sarmak mümkündür. Böylece jeotekstil, kumun delikli filtre boruya girmesini önlemektedir.
- Jeotekstil kullanımı ile hendek kazısı önemli ölçüde azalır.

Drenajın birincil öneme sahip fonksiyon olduğu durumlarda iğne ile delinmiş dokusuz yüzey jeotekstilleri tercih edilmektedir (URL-3, 2019).



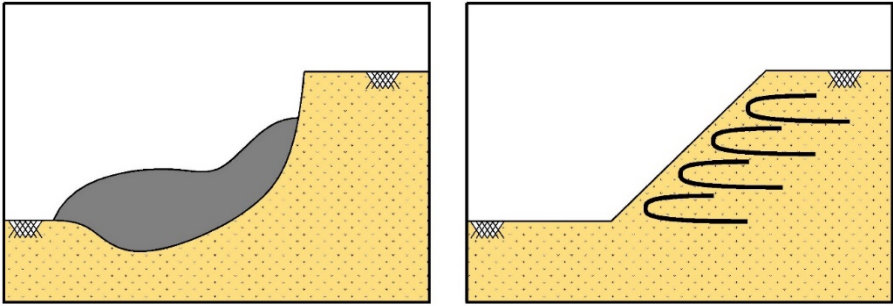
**Şekil 2.** Drenaj fonksiyonunda kullanılan jeotekstillere örnek (Aksoy, 1993)

### **Güçlendirme**

Jeotekstillerin güçlendirme (takviye) fonksiyonu için kullanıldığı durumlarda amaç, zayıf alt zemin veya toprağı güçlendirmektir. Bu durumda jeotekstiller; toprak yüzeyini güçlendirmeye ve özellikle yamaç stabilitesini arttırmaya yardımcı olmaktadır (Bathurst vd., 2005). Takviye fonksiyonuna sahip jeotekstiller kuvvetli bir gerilme yüküne maruz kalmaktadır.

Jeotekstiller, toprak yapısında bulunan tanecikler arasındaki sürtünme kuvvetini artırarak destekleyici görevi yerine getirmektedirler (Wang, 2001). Bir jeotekstil; zayıf bir zemin, yüksek gerilme mukavemetine sahip bir kumaş tarafından tamamlandığında bir destekleyici gibi davranır. Bu durum yükün dağılımını sağlar ve oluşan kompozit malzemenin daha yüksek yüklere dayanmasıyla sonuçlanır. Yapıda meydana gelen kuvvetler, patlama direnci gibi diğer mekanik özellikleri de etkileyen çekme kuvvetlerine dönüştürülür (Ghosh, 1998).

Jeotekstillerin kullanıldığı uygulamalarda eğimler kalıcı veya geçici olarak dengelenir, kayma tamamen durur veya önemli ölçüde azalır (Ghost ve Dey, 2009). Ayrıca jeotekstillere, suyun eğimli bir yüzeye nüfuz etmesini önlemeye ve yağışlar sonucunda meydana gelen sızma miktarını kontrol etmeye de yardımcı olur (Şekil 3) (URL-3, 2019).



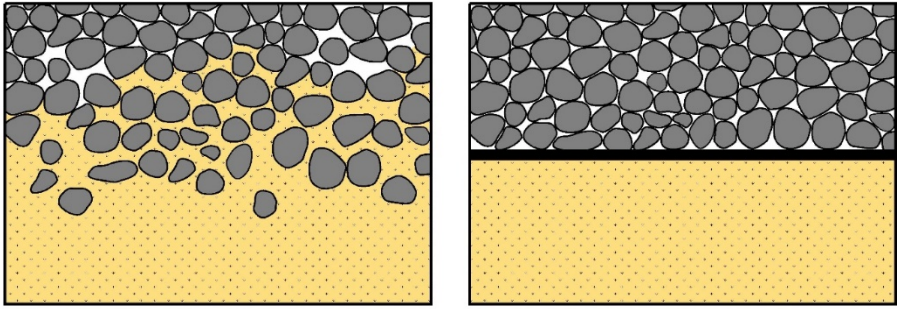
**Şekil 3.** Güçlendirme fonksiyonunda kullanılan jeotekstillere örnek (Aksoy, 1993)

Jeotekstillere güçlendirme fonksiyonu; yollar, geçici yollar, kaldırımlar, uçak pistleri, eğimli stabilize yollar, istinat duvarları, çevreleme sistemleri, reflektif çatlama kontrol etmek amaçlı uygulamalar, elyaf veya kumaş takviyeli betonlar için kullanılabilir. Asfalt empenyeli jeotekstillere ise, gerilmeyi azaltan ve nem bariyeri amacıyla bir asfaltlama kumaşı olarak kullanılır (URL-3, 2019).

### **Ayırma**

Ayırma fonksiyonu için kullanılan jeotekstillere, uygulama ömürleri boyunca iki farklı karaktere sahip litolojileri

birbirinden ayırıcı ve birbirlerine karışmalarını önleyici görev yaparlar (Şekil 4). Bu özellik, daneli yapıya sahip toprak ve zemin tabakalarının sahip olması istenen davranışını bozabilecek olan kirlenici unsurların da önlenmesine yardımcı olur. Ayırma fonksiyonu; (i) iki farklı zemin tabakasını, (ii) zemin ile agrega tabakasını veya (iii) su, silt vb. iki farklı katmanı ayırmak için kullanılabilir (Matsuo, 2008).



**Şekil 4.** Ayırma fonksiyonunda kullanılan jeotekstillere örnek (Aksoy, 1993)

Ayırma fonksiyonuna sahip jeoteksillerin kullanım alanlarının başında, araç yüklerinden dolayı uzun zaman dilimlerinde asfalt zeminde çökmelerin olduğu anayollar gelmektedir. Bu durumlarda jeotekstillere, karayollarında farklı zeminlerin birbirine karışmasını ve çökmeleri önleyerek karayolu altyapısını kuvvetlendirici ve kullanım ömrünü uzatıcı bir rol oynamaktadır (Öztekin, 1992).

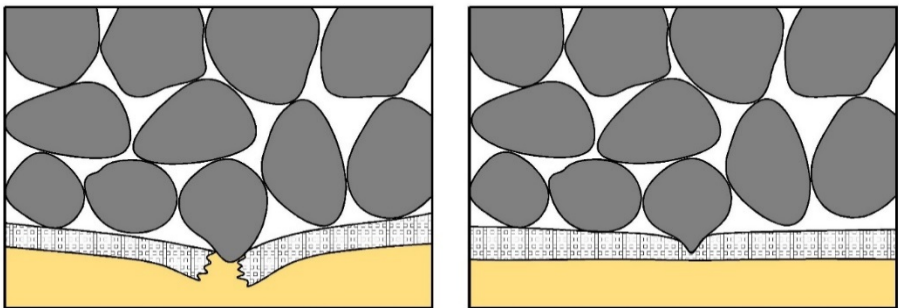
Ayırıcı jeotekstillere kullanılmadığı durumlarda, üstteki agrega altta bulunan zeminin içine doğru hareket ederek üst agrega



kalınlığında farklılaşmaya ve yüzeyde deformasyonlara sebep olmaktadır. Bu deformasyon agrega malzemesinin yük taşıma kapasitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Jeotekstil, bu deformasyona sebep olan agrega hareketini önleyerek karayolunun kullanım ömrünün uzatılmasını sağlamaktadır.

### **Koruma**

Koruma amaçlı kullanılan jeotekstiller; delinme veya keskin köşeli daneler veya basınçtan dolayı toprak dolgusu ve atık tutma gibi uygulamalar için kullanılan ortamın desteklenmesi ve korunmasını sağlamaktadır. Jeotekstiller, karışımın esnek bir şekilde engellenmesi amacıyla; bentonit, polimerik veya mineral yalıtım malzemeleriyle emprenye edilebilir. Bu tür uygulamalar için genellikle elyaf serme (spun bond) veya iğneleme yöntemi ile üretilmiş (needle-punched) dokusuz yüzey jeotekstiller tercih edilir (Kalabek ve Babaarslan, 2009). Bu fonksiyonların her biri, oldukça karmaşık tekstil performansı özelliklerini gerektirir (Şekil 5) (URL-3, 2019).

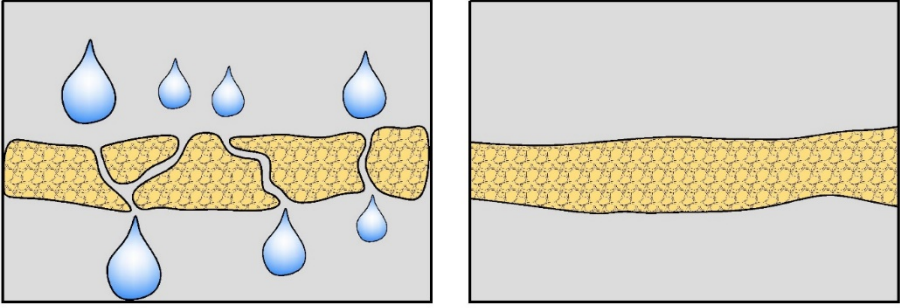


**Şekil 5.** Koruma fonksiyonunda kullanılan jeotekstillere örnek (Aksoy, 1993)

Diğer tüm uygulamalarda kullanılan jeotekstiller, koruma fonksiyonu amacı için de kullanılmaktadır. Özellikle de iri agrega ve taş kütlelerinin bulunduğu ortamlarda yalıtım fonksiyonu üstlenen jeomembranı korumak amacıyla kullanılmaktadır. Koruma fonksiyonu olan jeotekstilin kullanılmaması durumunda diğer fonksiyonlar için kullanılan jeotekstiller veya jeomembranlar zarar görecektir ve işlevlerini yerine getiremeyecektir. Bu bağlamda tüm uygulamanın güvenilirliği ve özelliğini uzun süre sürdürmesi, koruma fonksiyonuna sahip bir jeotekstilin uygulanmasına bağlıdır.

### **Yalıtım**

Yalıtım özelliği geliştirilmiş olan malzemeler özellikle tekstil sektörü tarafından jeomembranlar olarak adlandırılmaktadır. Geçirimsiz bir tabaka oluşturmak amacıyla kullanılan jeomembranlar, zift veya polimerik dolgu materyalleri ile doymuş hale getirildiklerinde, su geçirmez maddeler gibi davranırlar. Kaplamadan sonra, kumaşın hem dikey yönde hem de yatay düzlem boyunca su ve buhar geçirgenliği çok düşük hale gelir (Şekil 6). Düşük geçirgenlik özelliğine sahip jeomembranlar; barajlar, tüneller, su kanalları ve çöp depolama alanları gibi kritik uygulamalarda kullanılırlar (Erdoğan, 2008) (Elton ve Hayes, 2008).



**Şekil 6.** Yalıtım fonksiyonunda kullanılan jeotekstillere örnek (Aksoy, 1993)

Yalıtım fonksiyonuna sahip bir jeotekstilin uygulandığı bir ortamda, uygulanma yüzeyi boyunca sıvı akışının önlendiği bir geçirimsiz yüzey oluşmaktadır. Yalıtım fonksiyonuna sahip jeotekstillerin en yaygın uygulama alanları; atık depolama alanları, atık havuzları, karayolu alt tabakları, baraj ve göller gibi su tutma yapılarıdır (Yenigün vd., 2006). Genellikle bu uygulama alanlarında jeomembranlar kullanılmaktadır. Fakat, dokusuz bir yüzey (nonwoven); geçirimsiz bir malzeme (zift) veya polimer ile kaplandığında da yalıtım fonksiyonu kazanmaktadır. Karayolu altyapı onarımında ve yeniden düzenlenmesi uygulamalarında, zift esaslı malzemeler emdirilmiş jeotekstillere kullanılmaktadır. Karayolu altyapısı içerisindeki su hareketi, karayolunun performansını azaltmaktadır. Bu ortamlarda jeotekstil kullanımı, karayolu altyapısındaki deformasyonları önleyerek kullanım ömrünün uzamasını sağlamaktadır.

## **Diğer kullanım alanları**

Yukarıda belirtilen temel kullanım alanlarına ilave olarak, aşağıda jeotekstillerin diğer kullanım alanları ve bu alanların tanımları verilmiştir (Giroud, 1984).

**Yüzey Örtme/Kaplama Amacıyla:** Bir jeotekstil, yumuşak veya düz bir yüzey istendiğinde veya yüzeyindeki parçacıkların ayrılmaması istendiğinde kaplayıcı gibi hareket eder.

**Bariyer Olması Amacıyla:** Bir jeotekstil katı parçacıkların hareketini durdurduğunda veya koruduğunda sağlam bir bariyer gibi davranır.

**Taşıyıcı Olması Amacıyla:** Bir jeotekstil kum, kaya ve beton gibi malzemeleri korumak veya içinde tutmak amacıyla kullanıldığında bir konteynır gibi davranır.

**Membran Olması Amacıyla:** Bir jeotekstil, farklı basınçlara sahip iki malzemenin arasına sıkıştırıldığında gerilmiş bir membran gibi davranır. Burada jeotekstil kullanılmasındaki amaç basınç farkını jeotekstil ile dengeye getirmektir.

**Bağ Oluşturması Amacıyla:** Bir jeotekstil, bir yapının ayrı hareket etmeye meyilli farklı parçalarını birbirine birleştirdiğinde bir bağ gibi hareket eder.

**Soğurucu Olması Amacıyla:** Bir jeotekstil, korunmak istenen bir malzemeye yönelen gerilme ve zorlanmaları paylaştığında bir soğurucu gibi davranır.

## SONUÇ

Yalnızca tekstillerden oluşan geçirgen bir jeosentetik yapı olarak adlandırılan jeotekstiller, teknik tekstiller pazarında önemli bir paya sahiptir. Jeotekstiller başlıca; filtreleme, drenaj, güçlendirme, ayırma, koruma ve yalıtım olmak üzere altı temel fonksiyona sahiptirler. Bu çalışmada yüksek pazar payına sahip jeotekstillerin bu altı temel kullanım alanı incelenmiştir. Buna ilave olarak jeotekstillerin bazı yeni kullanım alanları da tespit edilmiştir. Bunlar arasında; yumuşak ve düz yüzeyler istendiğinde kaplayıcı bir yüzey olarak, katı cisimlerin hareketini kesmek istendiğinde bir bariyer olarak, kum ve beton gibi malzemeleri koruyucu ve tutucu bir konteynır olarak, bağımsız hareket etmeye meyilli çeşitli parçalara sahip bir yapıyı birleştirici bir bağ olarak veya korunmak istenen bir malzemeye gelen gerilme ve zorlanmaları paylaşan bir soğurucu olarak kullanılabilenleridir.

Son olarak jeosentetiklerin bir grubu olan jeotekstillerin, son zamanlarda ortaya çıkan kullanım alanlarıyla birlikte hızlı büyüyen ve umut verici malzemeler olarak günümüzde gelişimini sürdürmekte olduğu belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Aksoy, İ. M. (1993). Modern yol inşaatında geotekstil ve geogrid uygulaması konularında araştırma. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Anand, S.C. (2008). Designer natural fibre geotextiles—A new concept. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 339-344.
- Bathurst, R. J., Allen, T. M., & Walters, D. L. (2005). Reinforcement loads in geosynthetic walls and the case for a new working stress design method. *Geotextiles and Geomembranes*, 23(4), 287-322.
- Burhan, V. ve Soyaslan, İ. İ. (2016). Jeotekstillerin uygulama alanları ve fonksiyonları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*. Özel Sayı(1), 70-77.
- Elton, D. J. ve Hayes, D. W. (2008). The significance of the contact angle in characterising the pore size distribution of geotextiles. *Geosynthetics International*, 15, No. 1, 22–30.
- Erdoğan, Ü. H. (2008). Jeotekstillerde kullanılan polipropilen liflerin kullanım anındaki özelliklerinin çeşitli metotlarda incelenmesi. *İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
- Faure, Y. H., Baudoin, A., Pierson, P. Ve Ple, O. (2006). A contribution for predicting geotextile clogging during filtration of suspended solids. *Geotextiles and Geomembranes*, 24(1), 11-20.

- Ghosh, T.K. (1998). Puncture resistance of pre-strained geotextiles and its relation to uniaxial tensile strain at failure. *Geotextiles and Geomembranes*, V:16, 293-302.
- Ghost, A., & Dey, U. (2009). Bearing ratio of reinforced fly ash overlying soft and deformation modulus of fly ash. *Geotextiles and Geomembranes*, 1-8.
- Giroud, J. (1984). Geotextiles and geomembranes. *Geotextiles and Geomembranes*, V:1, Issue:1, 5-40.
- Gopalakrishnan, D. (2019). Knitted fabric for industrial application. Fibre2Fashion.com: <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/1640/knitted-fabrics-for-industrial-application> adresinden 10.09.2019 tarihinde alındı.
- Kelebek, N. ve Babaaslan, O. (2009). Spunbond ve su-jeti yöntemleri ile üretilmiş dokunmamış kumaşların sürtünme ve yumuşaklık davranışlarının incelenmesi. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 2, 145-150.
- Koerner, R. M. (2012). Designing with Geosynthetics. *Bloomington IN, United States: Xlibris*.
- Matsuo, T. (2008). Advanced technical textile products. *Textile Progress*, 40(3), 123-181.
- Muthukumar, A. E. ve Ilamparuthi, K. (2006). Laboratory studies on geotextile filters as used in geotextile tube dewatering. *Geotextiles and Geomembranes*, 24(4), 210-219.

- Öztekin, A. (1992). Geotekstil üzerine bir inceleme. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Rawal, A. (2010). Structural analysis of pore size distribution of nonwovens. *Journal of the Textile Institute*, 350-359.
- Reis, M., Savacı, G. ve Baltacı, E. (2011). Kahramanmaraş ili Keklik Deresi yağış havzasında geotekstil kullanılarak erozyon ile kaybolan toprak miktarının belirlenmesi. *I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu* (s. 1-10). Kahramanmaraş: KSÜ Doğa Bil. Der. Özel Sayı.
- URL-1. (2008, 05 22). İTÜ Sözlük. İstanbul Teknik Üniversitesi Sözlük: <http://www.itusozluk.com/goster.php/jeotekstil> adresinden alındı.
- URL-2. (2019, 10 12). Geotextile and Geosynthetic, Properties of Geotextiles. Textile Study Center, Online Library for Textile Engineering: <https://textilestudycenter.com/geotextiles-and-geosynthetic/> adresinden alındı
- URL-3. (2019, 10 15). Types of Geotextiles – Functions and Uses in Construction. The Constructor Civil Engineering Home: <https://theconstructor.org/building/geotextiles-types-functions-uses/1163/> adresinden alındı.
- URL-4. (2019, 10 26). Geo Tekstilller. Tekstil Teknik Tekstil Terimleri Sözlüğü: <http://www.tekstilteknik.com/Referanslar/Tekniktekstilller.asp?Kimlik=4> adresinden alındı.



- Wang, Y. (2001). A Method for tensile test of geotextiles with confining pressure, *Journal of Industrial Textiles*, 30, 289-302.
- Williams, N.D. ve Luna, J. (1987). Selection of geotextiles for use with synthetic drainage products. *Geotextiles and Geomembranes*, 5, 45-61.
- Yenigün, K., Gerger, R. ve Aydoğdu, M. H. (2006). Bir kampüs göleti uygulaması; Osmanbey Göleti. *GAP V. Mühendislik Kongresi Bildiriler Kitabı*, (s. 1105-1113). Şanlıurfa.
- Yılmaz, H. R. ve Eskişar, T. (2007). Geosentetik ürünlerin geoteknik mühendisliği sorunlarının çözümünde kullanımı ve sağlanan faydalar. TMMOB, İMO Adana Şubesi, *2.Geoteknik Sempozyumu Bildiriler Kitapçığı*, 433-477, Adana.

**BÖLÜM 5:**  
**DEĞER MÜHENDİSLİĞİ YAKLAŞIMIYLA BİR OTOMOTİV**  
**FİRMASINDA HEDEF MALİYETLEME**

Dr. Öğr. Üyesi Ayten YILMAZ YALÇINER<sup>1</sup>

End. Müh. Sena ERGÜN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
ayteny@sakarya.edu.tr

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,  
ergunnsena@gmail.com



## GİRİŞ

Bir mamül maliyetlendirme sistemi olan geleneksel maliyetlendirme, günümüzde popülerliğini yitirirken ileri maliyet sistemi daha popüler hale gelmiştir. İleri maliyet sistemi içerisinde yer alan hedef maliyetleme, hayata geçirilmek üzere olan ürünlerde gereksiz maliyetleri azaltmayı ve kontrol etmeyi amaçlar.

Bu çalışmada bir otomotiv firmasında, henüz tasarım aşamasında olan bir otomobil için hedef maliyetleme çalışması gerçekleştirmek amaçlanmıştır. Firma otomobiller ile ilgili incelemeler yaparken otomobili 5 temel bölümde analiz etmekte ve değerlendirmektedir. Hedef maliyetleme uygulaması yapılırken 5 temel bölümde bulunan parçalar için üretim maliyeti hesaplanacak ve hedef maliyetin üzerinde kalması durumunda maliyet azaltma çalışmalarına gidilecektir. Uzman görüşleri ile müşteri tarafından algılanan kalite için talepler göz önünde bulundurularak bazı kriterler belirlenecek ve kriterlerin ağırlıkları bulunacaktır. Otomobilin bölümlerinin kriterler ile olan korelasyon ilişkileri ise yine uzman görüşleri ile belirlenecektir. Korelasyon hesabından bulunan toplam değere olan katkının maliyete etki yüzdesine oranlanması ile değer indeksi bulunacaktır. Bir değer mühendisliği uygulaması olan değer indeksi sayesinde maliyette azalmaya gidilecek olan bölüm belirlenecek ve maliyet azaltma çalışmalarına gidilecektir.

## 1. Materyal ve Metod

Zamanla meydana gelen gelişmeler ile ürün ve hizmetlerin piyasa yapıları, şirketleri ticari rekabet ve müşteri ihtiyaçlarına göre maliyetlerini yönetmeye zorladı. Böyle zorlu bir iş ortamında, imalat ve hizmet şirketleri tatmin edici getiri veya kar elde etmeyi çok zor bulmuşlardır. Sonuç olarak, doğru maliyet bilgisi bir işletmenin her yönü için kritiktir (Yazdifar & Askarany, 2012). İşletmeler için çok kritik olan bu maliyetin etkin bir şekilde yönetilmesi, işletmeleri uzun yıllar ayakta tutan önemli faktörlerden biridir. Sürekli büyüyen ve gelişen rekabet ortamlarında etkin maliyet sistemleri ya da yöntemleriyle sıyrılmak mümkündür. Aşağıda verilen Tablo 1’ de bu yöntemlerin kaçına ayrıldığı ve hangi faktörlere göre hesaplandığı gösterilmiştir.

İleri maliyet yöntemleri Tablo 1’de görüldüğü üzere 3’e ayrılmaktadır.

- 1) Global rekabet ortamında daha sağlıklı karar almayı kolaylaştıracak yöntemler,
- 2) Kaynak kullanımında kayıpları azaltıp etkinliği arttırmaya yönelik yöntemler,
- 3) Mamul ve hizmet maliyetlerinin daha sağlıklı hesaplanmasına yönelik yöntemler.

Çalışmada mamul maliyetlerinin daha sağlıklı yönetilmesi amaçlanmıştır ve bu kategori yöntem olarak faaliyet tabanlı maliyetleme ve hedef maliyetleme olmak üzere iki kısma ayrılmıştır.

**Tablo 1.**Maliyetleme Yöntemleri

Maliyetleme Yöntemleri	Geleneksel Maliyetleme Yöntemleri	Üretim biçimine göre	1-Sipariş Maliyetleme
			2-Safha Maliyetleme
		Maliyetlerin Kapsamına Göre	1-Tam Maliyetleme
			2-Değişken Maliyetleme
			3-Normal Maliyetleme
			4-Direkt (ilk) Maliyetleme
		Maliyetlerin Hesaplanan Zamanına Göre	1-Fiili Maliyetleme
			2-Tahmini Maliyetleme
			3-Standart Maliyetleme
	İleri Yöntemler	Global Rekabet Ortamında Daha Sağlıklı Karar Almayı Kolaylaştıracak Yöntemler	1-Stratejik Maliyet Yöntemi
			2-Stratejik Maliyet Analizi
			3-Mamülün Piyasa Ömrü Süresine Yönelik Maliyetleme
		Kaynak Kullanımında Kayıpları Azaltıp Etkinliği Arttırmaya Yönelik Yöntemler	1-Değer Yaratmayan Maliyetlerin Ortadan Kaldırılması
			2-Tam Zamanında Envanter Yöntemi
3-Toplam Kalite Kontrolü			
Mamul ve Hizmet Maliyetlerinin Daha Sağlıklı Hesaplanmasına Yönelik Yöntemler		1-Faaliyet Tabanlı Maliyetleme	
		2-Hedef Maliyetleme	

**Kaynak:** (Acar, 1998)'dan uyarlanmıştır.

### 1.1. 1.1.Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme

Faaliyet tabanlı maliyetlendirme, faaliyetlerin oluşturduğu maliyetlere odaklanan bir maliyetlendirme sistemidir. Faaliyetlerin ilgili alanlarda

oluşturduğu maliyetler, indirekt maliyetler belirlenir ve dağıtım anahtarları ile ürünlere yüklenir. Kısaca özetlemek gerekirse; işletmelerin faaliyet tabanlı maliyetlendirme sistemini kullanmasındaki amaç, hayata geçirilmesi planlanan mamullerin üretilebilirliğinin ve üretim süreçlerinin tasarlanması, genel üretim giderleri, değer analizleri ve performans değerlemesi şeklinde sıralanabilir (Okudan, 2005).

### **1.2. 1.2.Hedef Maliyetlendirme**

Teknolojik gelişmeler, müşteri beklentilerindeki değişim, ürün yaşamının kısa olması ve küresel rekabetteki artış işletmeleri modern maliyetleme yöntemlerine yönlendirmiştir. Bu modern yöntemler içerisinde yer alan hedef maliyetleme ise ürünlerin maliyetlerini kontrol altına almak, düşük fiyatta yüksek kaliteli ürünler sunmak, rakiplerle yarış halinde olmak gibi amaçlar doğrultusunda ortaya çıkmıştır. Hedef maliyetleme, pazarda oluşan fırsatlara odaklanan ve müşteri beklentilerini dikkate alan ürün geliştirme stratejisi olarak da tanımlanabilir (Karahan, 2018).

Hedef maliyetleme, ürün geliştirme sırasında maliyet yönetimi için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Hedef maliyetlendirme, ürün geliştirme ve çalışanlarının uzun vadeli stratejik politikaları takip etmelerinde daha iyi ve doğru karar vermeyi sağlamak için kullanılan bir maliyet yönetimi tekniği olarak ortaya çıkmıştır (Neto, Robert, Pascoal, & Jose, 2009).

İleri bir mamul ve hizmet maliyetlendirme yöntemlerinden bir diğeri olan hedef maliyetlemeyi kısaca açıklamak gerekirse bir kar yönetim modeli olarak açıklanabilir (Yereli, Doğan, Şahin, 2012).

Hedef maliyetleme, üretilmesi planlanan ürünün üretilebilmesi için hedeflenen maliyetinin belirlenmesi olarak tanımlanabilir (Kurşunel, Alkan, Büyükşalvarcı). Hedef maliyetlemenin amaçları, kaliteli bir ürün ortaya koyarken maliyet kalemlerini kontrol altında tutmak ve uzun vadeli stratejiler geliştirmektir (Altınbay,2006). Çoğu işletme kar planlamasında “maliyet artı” yaklaşımını kullanmaktadır. Maliyet artı yaklaşımında ilk olarak üretim maliyetleri belirlenir daha sonra bu maliyetlere bir kar payı eklenir ve satış fiyatı elde edilir (Kurşunel, Alkan, & Ahmet Büyükşalvarcı, 2005).

Hedef maliyetlendirme ise maliyet artı yönteminden daha farklıdır. Bu yöntemde ilk olarak market araştırılması yapılır ve rakiplerin benzer ürünü sattıkları fiyatlara göre bir satış fiyatı belirlenir. Daha sonra belirlenen bu satış fiyatından kalması istenen ya da beklenen kar payı çıkarılır ve böylece bulunan maliyet bizim ürünü üretirken mal etmemiz gereken maliyettir. Yani hedef maliyettir. Bu iki kavramı denklemsel olarak ifade edilirse :

Maliyet Artı Yöntemi  $\longrightarrow$  Maliyet + Belirlenen Hedef Kar = Satış Fiyatı

Hedef Maliyetlendirme Yöntemi  $\longrightarrow$  Satış Fiyatı - Belirlenen Hedef Kar = Maliyet (Hedef Maliyet)

Maliyet artı yönteminin ve hedef maliyetleme yönteminin karşılaştırılması aşağıda Tablo 2’de gösterilmiştir.



**Tablo 2.** Maliyet Artı ve Hedef Maliyetleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması

<b>Maliyet Artı</b>	<b>Hedef Maliyetleme</b>
Pazar faktörleri, maliyet planlamasının bir parçası değildir.	Rekabete dayalı Pazar faktörleri, maliyet planlamasını yönlendirir,
Maliyetler fiyatı belirler.	Fiyatlar maliyetleri belirler.
Maliyet düşürmenin odak noktası, kayıplar ve verimsizliktir.	Maliyet düşürme için anahtar, tasarımıdır
Maliyet düşürmeyi yönlendiren, müşteriler değildir.	Müşteri verileri, maliyet düşürmede rehberdir.
Maliyet düşürmede maliyet muhasebesi bölümü sorumludur.	Çok fonksiyonlu katılımı olan gruplar, maliyet düşürmeden sorumludur.
Satıcılar ile mamul tasarımından sonra ilgilenilir.	Satıcılar ile tasarım öncesinde ilgilenilir.
Müşterilerce ödenen fiyatın en aza indirilmesi hedeflenir.	Müşterilerin, sahiplik maliyetlerinin toplamının düşürülmesi hedeflenir.
Maliyet planlamasında . Değer zinciri ile çok az ilgilenilir ya da göz ardı edilir.	Maliyet planlamasında değerler zinciri ön planda tutulur.

**Kaynak:** (Kutay & Akkaya, 2000)

### **Hedef Maliyetleme Sisteminin Bileşenleri**

Hedef maliyetleme sistemi; değer mühendisliği, kalite geçirim fonksiyonu, çapraz fonksiyonlu takımlar ve irdeleme analizleri olmak üzere 4'e ayrılır.

### **1.2.1.Değer Mühendisliği**

1920'lerin sonunda, ekonomik büyümeler, teknolojik değişiklikler, geniş ürün yelpazesi ve en uygun fiyat stratejileri kullanılarak farklı potansiyeller ortaya çıkarıldı. Artan rekabetle birlikte son yıllarda firmalar daha yüksek değer yaratmaya çalıştılar (Ibusuki & Kaminski, 2007). Bu çabalar içerisinde ortaya çıkan kavramlardan biri olan Değer Mühendisliği, bir ürün için gerekli olan işlevleri en az maliyetle gerçekleştirmeyi amaçlar. Minimum toplam yaşam döngüsü maliyetini sağlamak için çözümler bulmayı amaçlar (Yazdifar & Askarany, 2012). Kısacası Değer Mühendisliği, kaliteden taviz vermeden maliyetlerin azaltılması olarak açıklanabilir. Değer Mühendisliği uygulamasının daha etkin uygulanabilmesi için L.D. Miles'a göre sorulması gereken 5 soru vardır. Bunlar: Nedir? Ne yapar? Kaça mal olur? Aynı görevi görebilecek başka bir şey var mı? Maliyeti ne olur? (Altınbay, 2006).

### **1.2.2.Kalite göçerim fonksiyonu**

Kalite göçerim fonksiyonu, müşterilerin algılayabildiği ya da algılayamadığı ihtiyaçlarının belirlenmesini, bu ihtiyaç ve isteklerin göçerilerek mal ya da hizmet özelliklerine dönüştürülmesini sağlayan ve bölümler arası bir takım tarafından yürütülen, detaylı ve anlaşılması kolay bir mal veya hizmet geliştirme yöntemidir. KFG'nin üç ana özelliği şu şekilde sıralanabilir.

2. Müşterinin kim olduğunu tanımlamak,
3. Müşterinin ne istediğini anlamak,

4. Müşterinin isteklerinin nasıl karşılanacağını belirlemek (Altınbay, 2006).

### **1.2.3.Çapraz Fonksiyonlu Takımlar (Cross - Functional Teams)**

Çapraz fonksiyonlu takımlar farklı bilgilerin, takımların, kapasitelerin bir araya gelmesi olarak açıklanabilir. Farklı fonksiyonlardan gelen takım üyeleri üzerinde mühendislik fonksiyonu önemli bir role sahiptir. Japon işletmelerinde mühendislik fonksiyonları (tasarım ve üretim teknolojisi dalları) ve satın alma sık sık bu takımın üyesi olmaktadır. Daha sonra ise geliştirme, pazarlama ve mamul planlama fonksiyonları gelmektedir. Muhasebe ise bu takıma en az dahil edilen bir fonksiyondur (Altınbay, 2006).

### **1.2.4.İrdeleme Analizleri (Tear-down Analysis)**

İrdeleme analizleri basitçe rakip firmanın ürün analizi olarak ifade edilebilir. Rakip firmanın ürünlerini daha iyi anlayabilmek, pazar içerisinde geride bir konumda kalmamak gibi nedenlerle yapılan incelemelerdir. Ürün sırasıyla parçalara, daha sonra alt parçalara ayrılır ve detaylı bir inceleme işlemine tabi tutulur. Böylelikle rakip firma, maliyet yapısı, rakibin tasarım stratejisi hakkında fikir sahibi olunmuş olur (Altınbay, 2006).

## **2. Literatür**

Hedef maliyetleme sistemi günümüzde oldukça yaygın olmakla birlikte bir çok işletme tarafından kullanılmakta ve bir çok çalışmaya

konu olmaktadır. Yapılan literatür çalışmaları sonucunda görülen bazı çalışmalar aşağıda verilen Tablo 3'teki gibidir.

**Tablo 3.** Literatür Örnekleri

Yazar	Sektör	Çalışmanın Adı
(Altınbay, 2006)	Otomotiv	Etkin Bir Maliyet Yönetim Sistemi Olarak Hedef Maliyetleme Sistemi
(Ibusuki & Kaminski, 2007)	Otomotiv	Product Development Process With Focus On Value Engineering And Target-Costing: A Case Study In An Automotive Company
(Bozdemir & Orhan, 2011)	Otomotiv	Maliyet Kontrol Aracı Olarak Hedef Maliyetleme Yönteminin Türk Otomotiv Sanayinde Uygulanabilirlik Düzeyinin İncelenmesi
(Koşan & Geçgin, 2013)	Gıda	Hedef Maliyetleme Sisteminin Menü Analizinde Kullanılması: Bir Yiyecek İçecek İşletmesinde Yapılan Uygulama ve Sonuçları
(Neto vd., 2009)	Otomotiv	Target Costing Operationalization During Product Development: Model And Application
(Okutmuş & Ergül, 2015)	Konaklama	Konaklama İşletmelerinde Hedef Maliyetleme, Değer Analizi ve Kaizen Maliyetleme Yöntemlerinin Birlikte Uygulanabilirliğine İlişkin Bir Araştırma
(Karahana, 2018)	Halı işletmesi	Hedef Maliyetleme: Halı İşletmesinde Bir Uygulama

(Terzi, 2017)	Çay işletmesi	Hedef Maliyetleme, Değer Mühendisliği ve Kaizen Maliyetleme Üçlüsünün Çay İşletmelerinde Birlikte Uygulanabilirliği
(Ceran & Özdemir, 2013)	Sağlık	Sağlık İşletmelerinde Paket İşlem Fiyat Uygulamasının Hedef Maliyetleme Yöntemi ve Stratejik Pazarlama Muhasebesi Açısından Değerlendirilmesi ve Özel X Diyaliz Merkezinde Uygulama
(Gürsoy, Yöntem, & Onursal, 2016)	Otomotiv	Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi İle Doğru Maliyetlendirme Araçları : Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama
(Yazdifar & Askarany, 2012)		A Comperative Study of the Adoption and Implementation of Target Costing in the UK, Australia and New Zealand
Köroğlu, Dendeş, Dendeş	Elektrikli Şofben Üretimi	Hedef Maliyetleme ve Hedef Maliyetlemenin Bir Üretim İşletmesinde Uygulanması
(Menderes & Aydemir, 1999)	Ev Aletleri	Bir Maliyet Yönetim Tekniği Olarak Hedef Maliyetleme
(Vijayan, Geetha, Nishanth, Tamilarasan, & Kumar, 2019)	Otomotiv	Value Engineering And Value Analysis Of Rear Air Spring Bracket

Bu çalışmalar dışında Köroğlu, Dendeş, ve Dendeş (2019) ele aldıkları çalışmada elektrikli şofben üreten bir firma için hedef maliyetleme uygulaması yapmıştır. Ürün tasarımında yer alacak kriterleri belirleyen, maliyetlerini tahmin eden ve tasarımına karar verilen parçalardan hangilerinin ucuza hangilerinin pahalıya üretildiği sonucuna ulaşmıştır. Yükçü ve Gönen (2008) tedarik zinciri ile hedef

maliyetlemenin birlikte uygulanabilirliğini araştırmış ve hedef maliyetlemede tedarikçinin verdiği fiyatların çok kritik olduğu sonucuna varmıştır. Dalđar, Öğünç, ve Kocaman (2019) hedef maliyetleme yönteminin süt ürünleri üreten bir işletmede uygulanabilir olduğunu, maliyet azaltma çalışması yapılırken sektördeki diğer işletmelerin, müşterilerin tercih ve taleplerinin ve tesisin durumunun da dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşmıştır. Hedef maliyetleme sisteminin bir süt işletmesine uyarlamıştır. (Anasız, 2019) yaptığı çalışmada bir otel işletmesinde yiyecek ve içecek israfını azaltmak için hedef maliyetleme yöntemini kullanmıştır.

### **3. Bir Otomotiv Firmasında Hedef Maliyetleme Uygulama Çalışması**

Bir firma için kaliteli ürün üretmenin yanında bu ürünlerin maliyetlerini düzgün yönetmek de oldukça önemlidir. Bir otomotiv firması yeni model araç üretimi için gerekli projeleri yürütmekte ve maliyet çalışmalarını yapmaktadır. Bu çalışmada ele alınacak problem, üretilmek üzere olan bu otomobilin üretim maliyetinin, hedeflenen maliyetin üzerinde olmasıdır. Maliyet yöntemi olarak hedef maliyetlemeyi benimseyen ve gerekli maliyet çalışmalarını bu çizgide yürüten firma tasarım aşamasında ortaya çıkan maliyetleri sağlıklı bir şekilde yönetmektedir.

Üretim maliyetini düşürmek amacıyla çalışmada sırasıyla aşağdaki adımlar takip edilerek çözümler elde etmek hedeflenmiştir.

**Tablo 4.** Çözüm için takip edilecek adımlar

Çözüm Aşamaları	Yapılan İş
1	Otomobilin bölümlerinin gösterilmesi
2	Rakip pazar analizi
3	Otomobilin bölümlerinin maliyetlerinin gösterilmesi
4	Otomobil için hedef kar belirlenmesi Uzman görüşleri ile kriterlerin belirlenmesi
5	Uzman görüşlerine göre müşteri isteklerinin relatif değerlendirilmesi
6	Özelliklerin fonksiyonlarla ilişkilendirilmesi Relatif fonksiyonların geliştirilmesi
7	Değer indeksi değerlendirmesi Far sistemleri için pazar araştırması
8	Far sistemlerinin kategorilendirilmesi
9	Tedarik zinciri kaizeni
10	
11	
12	

Firmada üretilecek olan ve bu çalışmaya söz konusu olan otomobilin neden ya da hangi segmentte olduğunu daha iyi anlamak için veriler aşağıda görülen Tablo 5’ te verilmiştir.

Segment kırılımlı satış tablosundan (Tablo 5) görüldüğü üzere, Türkiye pazarındaki satışların büyük bir çoğunluğunu C segmentteki araçlar oluşturmaktadır. Türkiye’de gerek tasarımsal gerek fiyat açısından müşteriler en fazla C segmentine yönelim göstermektedir. Bu istatistiksel analize dayanarak firma C segmentinde bir araç tasarlamakta ve müşteriye en iyi şekilde hitap etmeye hazırlanmaktadır.

**Tablo 5.** Arabaların Segment Kırılımı

Segment	Satış
A	1.134
B	128.592
C	275.576
D	64.767
E	13.063
F (Upper Luxury)	2.989
TOPLAM	486.231

**Kaynak:** (“Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazarı Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazarı”, 2019)



#### **4.1. Otomobilin Bölümlerinin Gösterilmesi**

C segmentinde tasarlanmakta olan otomobili analiz ederken yoğunlaşacağım alanı seçmeden önce araçların değerlendirilirken kaç bölüme ayrıldığını ve bu bölümlerin neler olduğu Şekil 1'deki gibidir.

Araç, Interior, Exterior, W/H (Wire Harness), Shell body, Underbody olmak üzere 5'e ayrılabilir.

**Interior :** Trim parçaları, I/P, Koltuk

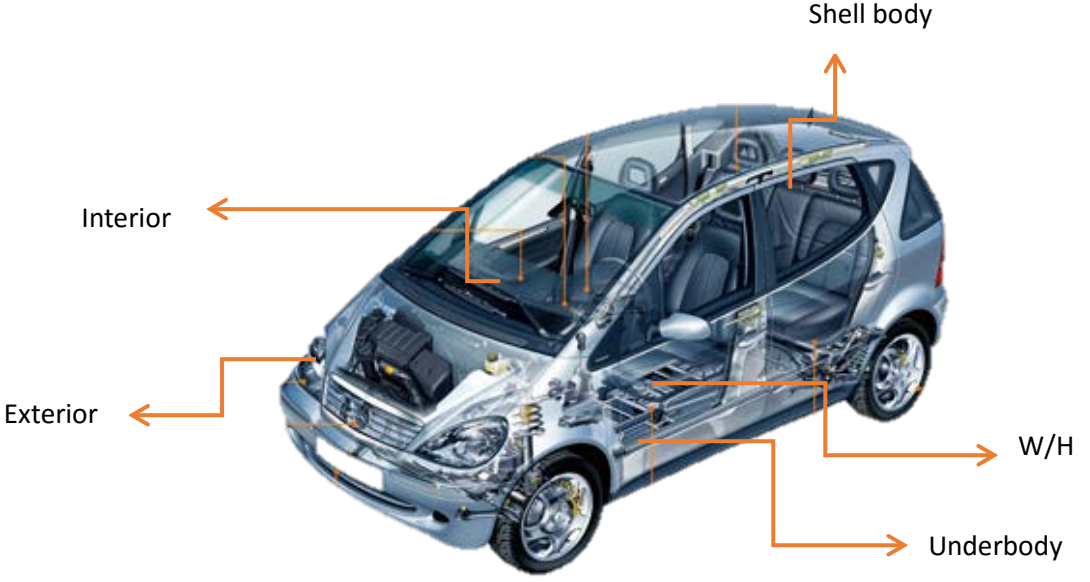
**Exterior :**Farlar, ızgara Plastik parçalar

**Shell body :** Kapı parçaları, Hood, Bagaj

**Wire Harness :** Araç kablo döşemeleri, ECU

**Underbody :** Egzoz, egzoz boruları

## Şekil 1. Otomobilin Bölümlerinin Gösterilmesi



(Otomobil herhangi bir markayı yansıtmamaktadır. Sadece görsel amaçla kullanılmıştır.)

### 4.2. Rakip Pazar Analizi

C segmentinde yer alan farklı markaların son model araçlarındaki dizayn, donanım gibi bazı özellikler incelenmiş ve bunlardan bazıları aşağıda Tablo 6’da listelenmiştir.

Tabloda verilmiş bazı tasarımsal özellikler rakipler tarafından piyasaya sürülmüş araçlarda yer alan bazı özellikleri göstermektedir. Bir kısmına yer verilmiş bu araştırmadan yararlanarak iç donanım, dış donanım, performans, güvenlik gibi tasarımsal özelliklerden hangilerinin olacağına ya da ne gibi yeni özellikler ekleneceğine uzmanlar ve tasarımcılar birlikte karar vermiştir. Yapılan Pazar

araştırmaları sonucunda aracın donanımı dizayn edilmiş ve üretim maliyetinin araştırılması için tedarikçi görüşmelerine başlanmıştır. Belirlenen tasarıma göre aracı oluşturan tüm parçalar için tedarikçi görüşmeleri tamamlanmış ve aracın çalışma içerisinde daha önce bahsedilen bölümlerine göre toplam maliyetleri bulunmuştur. Bahsedilen maliyet hesabı Tablo 7’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.** Bazı Özellikler İçin Rakip Pazar Analizi

	<b>Rakip 1</b>	<b>Rakip 2</b>	<b>Rakip 3</b>	<b>Rakip 4</b>	<b>Rakip 5</b>
<b>Anahtarsız Çalışma</b>	x	x	x		
<b>Sürücü koltuğunda bel desteği</b>	x	x		x	x
<b>Masaj özellikli koltuklar</b>				x	
<b>Kablosuz şarj ünitesi</b>	x	x			
<b>renkli dokunmatik ekran</b>	x	x	x	x	x
<b>Head Up display (ön cama yansımali)</b>	x			x	
<b>Follow me home</b>	x	x	x	x	x
<b>Yağmur sensörü</b>	x	x	x	x	x
<b>Arka farlarda led ışık çizgisi</b>	x				
<b>Ön çarpışma önleyici sistem</b>	x	x		x	
<b>Otomatik yanan uzun far</b>	x	x		x	
<b>Otomatik katlanabilen ısıtmalı yan ayna</b>	x	x	x	x	x

<b>Acil fren uyarı sistemi</b>	X	X		X	
<b>Hız sabitleme</b>	X	X	X	X	X
<b>Araç denge kontrol istemi</b>	X	X	X	X	X
<b>Led ön farlar</b>	X	X	X	X	X
<b>Akıllı şerit takip sistemi</b>	X	X		X	
<b>Elektrikli sunroof</b>	X	X	X	X	
<b>Otomatik farlar</b>	X	X	X	X	
<b>Viraj içi aydınlatma</b>	X	X			X
<b>Karartılmış arka camlar</b>	X	X		X	X
<b>Akıllı bagaj</b>		X		X	
<b>Park asistanı</b>		X		X	
<b>Gergili emniyet kemerleri</b>	X	X	X	X	X
<b>Acil fren sistemi</b>		X		X	X
<b>Kararan dikiz aynası</b>		X		X	X

### 4.3. Otomobilin Bölümlerinin Maliyetlerinin Gösterilmesi

Tasarım aşamasında olan otomobil için ortalama bir üretim maliyeti çıkartılmış ve aşağıdaki Tablo 7’de gösterilmiştir. Gösterilen tutarların toplam tutar içerisindeki yüzdeleri de tabloda görülmektedir.

**Tablo 7.**Otomobilin Bölümlerinin Maliyetlerinin Gösterilmesi

<b>Otomobilin Bölümleri</b>	<b>Tutar</b>	<b>Yüzde</b>
Underbody parçaları	1.000 €	6,67%
Shell body parçaları	3.000 €	20,00%
Wire Harness parçaları	3.000 €	20,00%
Interior parçaları	3.000 €	20,00%
Exterior parçaları	5.000 €	33,33%
<b>Toplam</b>	<b>15.000 €</b>	<b>100,00%</b>

#### **4.4. Otomobil İçin Hedef Kar Belirlenmesi**

Firma üretecek oldukları otomobile bir satış fiyatı belirlemek için öncelikle bir pazar analizi yapmıştır. Yapılan bu pazar analizi sonucunda rakiplerin satış fiyatları detaylı bir şekilde incelenmiş, tasarım aşamasında olan bu aracın satış fiyatı 17.000 € olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde rakiplerin satış fiyatları üzerinden elde ettikleri kar miktarları da pazar araştırması ile incelenmiş ve bu aralığın %10 ile %15 arasında değiştiği görülmüştür.

Firma satış fiyatı üzerinden kazanılacak kar miktarını %12 olarak belirlemiştir. 17.000 €nun %12'si hesaplandığında araç başı 2040 € kazanç elde edilmesi planlandığı görülmektedir. Satış fiyatından elde edeceğimiz kar çıkarıldığında ortaya çıkan sonuç olan 14.960 €bizim otomobili üretmeyi hedeflediğimiz maliyettir.

Üretim maliyetleri bir önceki bölümde gösterildiği gibi 15.000 € olarak belirlenmiştir. Üretmeyi hedeflediğimiz maliyet olan 14.960 € ile arasındaki farkın azaltılması ise çalışmaya konu olacaktır.

#### 4.5. 3.5.Uzman Görüşleri İle Kriterlerin Belirlenmesi

Müşteri tarafından algılanan kalitenin daha iyi anlaşılması, beklentilerin daha iyi karşılanması ve beklentilerin yüksek olduğu kısımlara yatırım yapılmasını kolaylaştırmak için uzmanlar tarafından bazı kriterler belirlenmiştir. Müşteri tarafından algılanan ya da algılanamayan bu kriterler hem üretime gelen talepler ile hem de beyin fırtınası yöntemiyle belirlenmiş olup hedef maliyetleme uygulamasında çalışma içerisinde yardımcı olacaktır. Bu kriterler, otomobil tasarım aşamasında iken uzmanlarla beyin fırtınası yöntemi kullanılarak müşterilerin otomobilde gerek dış gerekse iç dizayn için dikkat edebileceği bazı kriterler, uzman görüşleri ile ve satış bayilerinden alınan geri bildirimlere göre belirlenmiştir. Kriterler Tablo 8’de gösterildiği gibidir.

**Tablo 8.** Kriterlerin Gösterilmesi

<b>Kriterler</b>	
Kriter 1	Görsellik
Kriter 2	Dizayn
Kriter 3	Yedek Parça Fiyat Aralığı
Kriter 4	Teknoloji
Kriter 5	Sürüş Konforu
Kriter 6	Kapsamlı Aydınlatma
Kriter 7	Güvenlik

#### 4.6. 3.6.Uzman Görüşlerine Göre Müşteri İsteklerinin Relatif Değerlendirmesi

Otomobil tasarım aşamasında iken uzmanlarla beyin fırtınası yöntemi kullanılarak müşterilerin otomobilde gerek dış gerekse iç dizayn için

dikkat edebileceği bazı kriterler, uzman görüşleri ile ve satış bayilerinden alınan geri bildirimlere göre belirlenmiştir. Uzmanlar bu kriterlerin kendi aralarındaki önem derecelerini 1’den 5’e kadar puanlamış ve nisbi değerlendirme dereceleri bulunmuştur.

Önem	Tanım
1	Az derecede öneme sahip
2	Biraz daha fazla önemli
3	Oldukça önemli
4	Çok daha önemli
5	Kesinlikle çok önemli

**Tablo 9.** Kriter Puanlamada Kullanılan Puan Skalası

Uzmanlar belirlenen kriterlerin müşteriler açısından önem derecesini yukarıda verilen Tablo 9’deki puan skalasına göre puanlamıştır.

**Tablo 10.** Kriterlerin Değerlendirilmesi

Özellikler	Uzman Değerlendirilmesi	Nisbi Değerlendirme
Görsellik	5	25 %
Dizayn	4	31,25%
Fiyat	3	25 %
Teknoloji	4	18,75 %
<b>Toplam</b>	<b>16</b>	<b>100</b>

Nisbi değerlendirme bulunurken uzman değerlendirmeleri toplanmış ve her bir kriterin derecesine bölünmüştür.

Örneğin :  $5 + 4 + 3 + 4 = 16$  toplam puan

Dizayn esnekliği kriteri için nisbi değerlendirme :  $(4 / 16) \times 100$  işlemleri sonucu %31,25 olarak bulunmuştur.

Aynı işlem her bir kriter için uygulanmıştır.

#### **4.7. Özelliklerin Fonksiyonlarla İlişkilendirilmesi**

Uzmanlar tarafından belirlenen, tedarikçi seçimi ve tasarım aşamalarında yardımcı olan bu kriterlerin otomobilin bölümleri ile olan ilişkileri görselleştirilmiştir.

Oluşturulan tablonun daha iyi anlaşılması adına bir kriter açıklanırsa; underbody bölümünde yer alan parçalar otomobilin altında kaldığı için görünmemekte ve dolayısı ile parça görselliği ile arasında bir ilişki bulunmamaktadır ve bu yüzden tabloda kesişimleri boş bırakılmaktadır.

Bir başka kriterden örnek verilirse sürüş konforu ile kriteri interior parçalar arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin interior parçalar içerisinde bulunan koltuklar sürüş konforunu doğrudan etkiler. Yine aynı şekilde exterior parçalar içerisinde bulunan farlar daha iyi bir sürüş konforu sağladığı için aralarında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Güvenlik kriteri incelenirse exterior parçalar içerisinde bulunan bumper reinforcement parçalar çarpışmayı engelleyen parçadır ve önemlidir. Exterior bölümü içerisinde yer alan diğer parçalar da güvenliği oldukça etkileyen faktörlerdir. Aynı kriteri interior için düşünürsek güvenlik ile ilişkisi normal derecededir.



Güçlü ilişkiyi ifade etmek için O sembolü, normal ilişkiyi ifade etmek için  $\Delta$  sembolü ve son olarak az ilişki için ise X ifadesi kullanılmıştır.

Tabloda: X: Az İlişki  $\Delta$ : Normal İlişki O: Güçlü İlişki

**Tablo 11.** Otomobil bölümleri ve kriterler arası korelasyon ilişkisi

	Dizayn	Fiyat	Teknoloji	Görsellik
Underbody	X	X	$\Delta$	X
Wire Harness	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	X
Shell body	$\Delta$	X	$\Delta$	$\Delta$
Interior	O	O	O	O
Exterior	O	O	O	O

#### 4.8. Relatif Fonksiyonların Geliştirilmesi

Yukarıda görülen Tablo 11’de kriterlerin korelasyonları simgelenmişti. Bu korelasyonlar uzman görüşleri alınarak yüzdelere dökülmüş ve aşağıdaki Tablo 12’de yer aldığı gibidir. Korelasyonlar verilirken her bir korelasyon için önce genel bir yüzde belirlenmiş, daha sonra korelasyonlara kendi içinde bu yüzde eşit olarak paylaştırılmıştır.

Örneğin: Teknoloji kriteri için 2 tane güçlü korelasyon 1 tane normal korelasyon belirlenmiştir. İki kategoriye yüzdelik dağıtılırken güçlü korelasyon için %70, normal korelasyon için %30 oran belirlenmiştir

Güçlü korelasyon içeren iki bölüm olduğu için, güçlülerden her biri %35’lik bir orana sahip olmuştur.

**Tablo 12.** Korelasyonların Sayısal Olarak İfade Edilmesi

<b>Korelasyon Simgesi</b>	X	$\Delta$	O
Dizayn	0,10	0,20	0,25
Fiyat	0,15	0,20	0,25
Teknoloji	-	0,15	0,35
Görsellik	0,15	0,20	0,25

Parçanın toplam değere olan katkısının bulunabilmesi için uzman görüşleri tarafından yapılmış değerlendirme yüzdeleri ile korelasyon değerlerinin çarpılması gerekmektedir. Bu işlem aşağıda oluşturulan Tablo 13’de yapılmış ve sonuçları gösterilmiştir.

Bir sonraki aşama değer indeksi bulmak ve bulunan değer indekslerine göre maliyet azaltımına gidilecek olan otomobil bölümünü bulmaktır.

**Tablo 13.** Bölümlerin Değerinin Toplam Değere Olan Katkısının Bulunması

	Underbody	WH	Shell body	Interior	Exterior	Nisbi Derece Yüzdesi
<b>Dizayn</b>	$0,3125 \times 0,10 = 0,03125$	$0,3125 \times 0,2 = 0,0625$	$0,3125 \times 0,2 = 0,0625$	$0,3125 \times 0,25 = 0,078125$	$0,3125 \times 0,25 = 0,078125$	0,3125
<b>Fiyat</b>	$0,25 \times 0,15 = 0,0375$	$0,25 \times 0,2 = 0,05$	$0,25 \times 0,15 = 0,0375$	$0,25 \times 0,25 = 0,0625$	$0,25 \times 0,25 = 0,0625$	0,25
<b>Teknoloji</b>	$0,1875 \times 0,1 = 0,01875$	$0,1875 \times 0,1 = 0,01875$	$0,1875 \times 0,1 = 0,01875$	$0,1875 \times 0,35 = 0,065625$	$0,1875 \times 0,35 = 0,065625$	0,1875
<b>Görsellik</b>	$0,25 \times 0,15 = 0,0375$	$0,25 \times 0,15 = 0,0375$	$0,25 \times 0,2 = 0,05$	$0,25 \times 0,25 = 0,0625$	$0,25 \times 0,25 = 0,0625$	0,25
<b>Parçanın Değere Olan Katkısı</b>	<b>12,50%</b>	<b>16,88%</b>	<b>16,88%</b>	<b>26,88%</b>	<b>26,88%</b>	

#### 4.9. Değer İndeksi Değerlendirmesi

Değer İndeksi = Parçanın toplam değere olan katkısı / Parça maliyet yüzdesi

**Tablo 14.** Değer İndeksi

Değer İndeksi < 1	Maliyet Azaltılması
Değer indeksi = 1	Tatminkar
Değer indeksi > 1	Maliyet Yatırımı

**Tablo 15.** Otomobilin Bölümlerinin Değer İndekslerinin Bulunması

	<b>Parça Maliyet Yüzdesi</b>	<b>Parçanın Toplam Değere Olan Katkısı</b>	<b>Değer İndeksi</b>
<b>Underbody parçaları</b>	6,67	12,5	1,8740
<b>Shell body parçaları</b>	20	16,88	<b>0,844</b>
<b>Wire Harness parçaları</b>	20	16,88	<b>0,844</b>
<b>Interior parçaları</b>	20	26,88	1,344
<b>Exterior parçaları</b>	33,33	26,88	<b>0,8064</b>

Yukarıdaki tablo tasarım aşamasında mevcut araçların teknolojilerinin ve donanımlarının analizlerinin gösterilmesi için otomobilin hangi bölümüne yoğunlaşılmasının seçiminde yardımcı olacaktır. Bu tablo sayesinde seçilen bölüm içerisinden de özel bir parça ailesi belirlenecek ve bu parça üzerinden hedef maliyetleme çalışması yani maliyet azaltmaya yönelik çalışma uygulanacaktır.

Otomobilin Shell body, wire harness ve underbody kısımlarında ise maliyet azaltmaya gidilebileceği görülmektedir. Yapılan görüşmeler sonucunda otomobilin underbody bölümünde bulunan parçaların, maliyetlerinin alınabilecek en uygun fiyata alındığı ve daha ucuz bir tedarikçi bulunabilirliği düşünüldüğünde, potansiyel tedarikçi sayısı az olduğundan dolayı maliyet azaltmaya gidilemeyeceği sonucuna varılmıştır.

Wire harness kısmındaki parçaların ise mevcut tedarikçinin lokasyon olarak yakın olduğu ve yeni bir tedarikçi ile anlaşmaya gidilmesi

durumunda maliyetin azalmak yerine lojistik alanındaki maliyeti arttırabileceği sonucuna varılmış ve bu alanda maliyet çalışması yapılmaması gerektiği kararı verilmiştir.

Exterior parçalar incelendiğinde farların hedef maliyetlemeye yani maliyet azaltma çalışmalarına daha uygun olduğunu uzman görüşleriyle belirlenmiş ve maliyet azaltmak için tasarımsal özelliklerden hangilerinin vazgeçilebilir olduğu araştırılmıştır.

Pazar araştırması yapılarak ve gerekli incelemeler yapılarak farlarla ilgili bazı teknolojik ve donanımsal özellikler incelenmiş ve rakip firmalar için yukarıda yapılan pazar araştırması bu kez özel olarak farlar için uygulanmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda görselleştirilmiştir.

#### **4.10. 3.10. Far Sistemleri İçin Pazar Araştırması**

Tablo 6’da yer alan rakip araçlar için yapılan donanımsal araştırma sonucu uzmanlar, rakipler karşısında ne geçmek için far donanımları olarak Xenon far, AHB, Viraj içi aydınlatma, Otomatik yanan farlar, Follow me home, Düz far camı ve beyaz renk far kullanmaya karar vermişlerdir. Bu zelliklerin rakipler tarafından ne sıklıkla kullanıldığı, hangi grade araçlarda kullandıklarını daha iyi anlamak için yapılmış rakip pazar analizi aşağıdaki gibidir.

**Tablo 16.** Far Bazında Rakip Pazar Araştırması

	Rakip 1	Rakip 2	Rakip 3	Rakip 4	Rakip 5
<b>Viraj İçi Aydınlatma</b>	√	√	x	x	√
<b>LED Ön Farlar</b>	√	√	√	√	X
<b>Xenon Ön Farlar</b>	x	x	x	√	X
<b>Halojen Farlar</b>	x	x	x	x	√
<b>Follow Me Home</b>	√	√	√	√	X
<b>AHB</b>	√	x	x	x	X
<b>Otomatik Farlar</b>	√	√	√	√	√
<b>Desenli Far Camı</b>	x	x	x	x	X
<b>Far Rengi</b>	Beyaz	Beyaz	Beyaz	Beyaz	Sarı

**Kaynak:** Rakiplerin ürünleri, ürün katalogları, özellikleri incelenerek oluşturulmuştur.

Farlar için yapılmış olan Pazar analizinde bahsedilen özellikleri açıklamak gerekirse:

**Viraj İçi Aydınlatma**, aracın viraj içerisinde daralan görüş alanı sorununu ortadan kaldırmaya yaramaktadır. Araç dönüş yönüne göre kendini ayarlamakta, daha sağlıklı bir aydınlatma sağlamaktadır.

Farların ise **halojen, xenon, led** olması arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklardan kısaca bahsetmek gerekirse ;

- HALOJEN farlar düşük fiyat, kolay ulaşılabilirlik ve kolay monte edilebilme gibi avantajlara; düşük ışık gücü ve kısa ömür gibi dezavantajlara sahiptir.
- XENON farlar yüksek ışık gücü, halojen farlara göre 3 kat uzun ömür ve farklı renk seçenekleri gibi avantajlara sahip. Ancak halojen farlara göre 10 kat daha yüksek ücret ve yüksek değişim ücretleri gibi dezavantajları bulunuyor.
- LED farlar ise çok düşük elektrik tüketimi, parlaklık ve küçük boyutlarda olma gibi avantajlar sunuyor. Tabii çok fazla ısınma ve oldukça yüksek satın alma maliyetleri gibi dezavantajları da bulunuyor (<https://www.ikinciyeeni.com/blog/iyi-surucu-rehberi-detay/led-ile-xenon-far-arasindaki-farklar-nelerdir.>).

**Follow Me Home** teknolojisi, aracınızı park ettiğinizde aracın etrafının bir süre daha aydınlık kalmasını sağlıyor. Araba farlarını gecikmeli olarak kapatarak, karanlıkta yol bulmada yardımcı oluyor.

**AHB teknolojisi** karşı şeritten gelen aracı algılayıp uzun farları otomatik olarak kısip tekrar açabilen bir donanımdır ve yeni bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaya başlamaktadır.

**Otomatik Farlar** günümüz teknolojisinde hemen her araçta bulunmaktadır. Ortam ışığına göre kendini açıp kapatabilen bir donanıma sahiptir.

#### 4.11. 3.11. Far Sistemlerinin Kategorilendirilmesi

Tablo 16'da C segmentinde olan bazı otomotiv firmasının far sistemleri incelenmiş, pazar araştırması yapılmıştır. Bu analiz son model far sistemlerinin yakından takibi, rakip firmaların hangi sistemleri kullandığının, hangi sistemlerin lüks sayılabileceğinin, hangilerinin kesinlikle olması gereken sistemler olduğunun daha iyi anlaşılması ve müşteri taleplerinin daha iyi analiz edilip karşılanması için yapılmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonucu olarak uzman görüşleri alınarak ve beyin fırtınası yapılarak yeni üretilecek araçlarda vazgeçilemeyecek sistemler ya da lüks olan sistemler ve benzeri gibi kategoriler oluşturulmuştur.

Kategoriler oluşturulurken;

- **Must: Firmanın** araç teknolojisinde geri planda kalmaması için kendini güncel tutması, müşteride memnuniyet sağlaması gerekmektedir. Bu yüzden günümüzde bir araçta kesinlikle olması gereken özellikler bu grupta sınıflandırılacaktır.
- **Nice to Have:** Araçlarda vazgeçilmez özellik sınıfına girmeyen fakat araçta bulunduğu müşterinin oldukça beğenisini çekecek özellik grubudur.
- **Luxury:** Araçların alt grade versiyonlarında bulunmayan, daha üst versiyonlarda ya da daha üst segment araçlarda bulunan özellikleri ifade eden gruptur.
- **No Need:** Günümüzde artık kullanılmayan ya da modası geçmiş özellikleri temsil eden gruptur.



Bu kategorilerde LED farların, Follow me home teknolojisinin, otomatik farların ve beyaz farların artık günümüzde üretilen hemen hemen her arabada olduğunu görmekteyiz. Bu durumda bu özellikler piyasanın gerisinde kalmamak ve teknolojiyi yakından takip etmek açısından yeni üretilmek istenen arabalarda mutlaka olmalı ve bu yüzden “must” grubunda sınıflandırılır.

Viraj içi aydınlatma far teknolojisi her modelde bulunmamakla birlikte araçta olması müşteriye oldukça memnun eden bir sistemdir ve bu yönü bakımından “nice to have” grubunda sınıflandırılır.

Xenon far ve AHB olarak adlandırılan far sistemleri her modelde bulunmamakta ve olsa bile daha üst modellerde bulunmaktadır. Yani bu sistemler yeni yeni ortaya çıkmakta ya da daha üst grade arabalarda bulunmaktadır bu yüzden “luxury” grubunda sınıflandırılır.

Halojen far ve desenli far camı ise artık eski trend haline gelmiş ve kullanımı giderek azalmıştır. Bu yüzden yeni üretilen arabalarda bu ikisinin olmasına kesinlikle gerek yoktur ve “no need” olarak sınıflandırılır. Tüm bilgiler, yapılan araştırmalar ve yukarıda yapılan açıklamalar dikkate alınarak 4 gruba ayrılmış ve Tablo 17’de gösterilmiştir. (Tablo ve gruplar oluşturulurken uzman bilgisinden yararlanılmıştır.)

Aracın üretim maliyeti hedeflenen maliyetin üzerinde kaldığı için maliyet azaltmaya gidilmesi gerekmektedir. Maliyet azaltımında ilk olarak tasarımdan çıkarılması durumunda araçta rakiplere karşı bir

zarar sağlamayacak özelliklerin olup olmadığının ya da hangi özelliklerin vazgeçilebilir olduğunun tartışması yapılmalıdır.

**Tablo 17.**Özelliklerin gruplara göre sınıflandırılması

Must	Nice to Have	Luxury	No Need
LED Farlar Follow Me Home Otomatik Farlar Beyaz Far	Viraj İçi Aydınlatma	Xenon Far AHB	Halojen Far Desenli Far Camı

Yukarıda bahsedildiği gibi “must” grubunda yer alan özellikler araçta kesinlikle olması gereken özellikleri gösterdiğinden dolayı orada bulunan özellikler çıkarılmamak üzere sabitlenmiştir.

“Nice to have” grubunda yer alan viraj içi aydınlatma müşteri memnuniyeti sağlayacağı düşünüldüğünden araçta bulunmasına karar verilmiştir.

“Luxury” grubunda yer alan özellikler tekrar gözden geçirildiğinde AHB teknolojisinin yakında pazarda vazgeçilmez bir yer edineceği ön görüldüğü için araç tasarımında yer almaya devam edecektir.

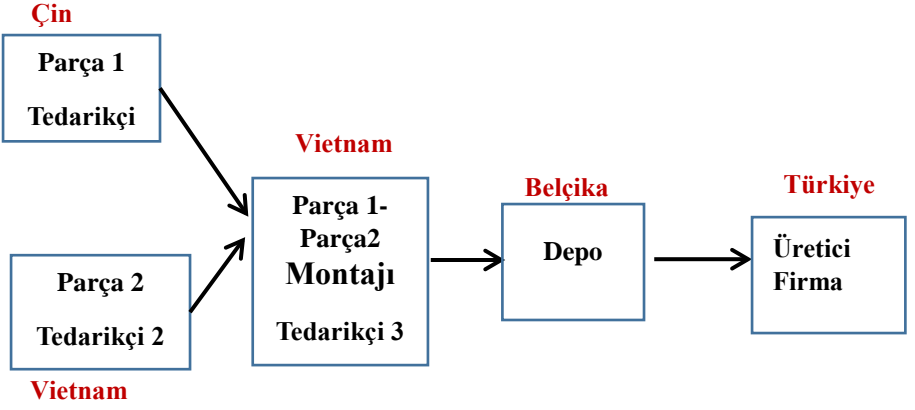
Aracın tasarımsal özellikleri planlanırken uzmanlar tarafından xenon far kullanılması planlanmıştı. Ancak xenon far pazarda çok yaygın olmadığından, maliyetinin ise yüksek olmasından dolayı Xenon far

yerine led far kullanılması tercih edilmiştir. Led far tercih edilmesi ile birlikte araç başı 10 Euro kazanç sağlanmıştır.

Çalışmanın başlarında bahsedildiği gibi üretim maliyeti ve hedeflenen maliyet arasında 40 Euro gibi bir fark vardır. Aracın far sisteminde yapılan değişim ile bu farkın 10 Euro'su azaltılmıştır. Fakat bu maliyet azaltımı yeterli tutara ulaşılmadığı için nasıl ve hangi yollarla azaltım sağlanabileceği uzmanlar arasında görüşülmüştür. Mevcut tedarikçiler ve ürünlerin izlediği rotalar incelenerek tedarik zincirlerinin bazılarında israf görülebilecek adımlar bulunmuştur. Maliyet azaltımı kapsamında yürütülecek tedarik zinciri optimizasyonu çalışmalardan aşağıda bahsedilecektir.

#### **4.12. 3.12.Tedarik Zinciri Kaizeni**

Tedarik zinciri rotası iyileştirilebilecek olan parçalar belirlenmiş ve bagaj kısmında yer alan bir parçanın tedarik rotasının çok fazla adımdan oluştuğundan ve iyileşebilirliğinin daha yüksek olmasından dolayı maliyet azaltımı kapsamında o parça üzerinde çalışılmaya karar verilmiştir. Bu parçanın hali hazırda kullanılan tedarik rotası aşağıda verilen Şekil 2'de gösterilmiştir.



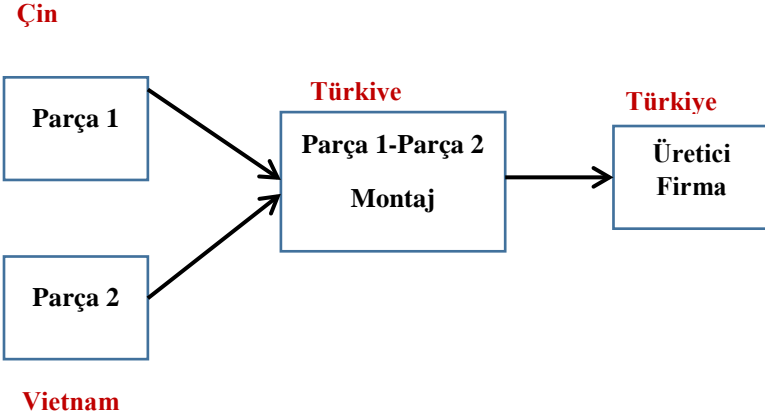
**Şekil 2.**Parça için mevcut rota

Tedarik zincirinde bu parçayı oluşturan bileşenlerin farklı yerlerde üretilip Vietnam’da bulunan bir başka firmaya birleştirilmek üzere geldiği, birleştirildikten sonra İngiltere’de bir yere depolanmak üzere gittiği görülmektedir. Belçika’da yer alan bu depo merkezinden ise üretici firmaya gerekli durumlarda sevkiyat yapıldığı görülmektedir. Mevcut rota incelendiğinde akla gelen sorular şu şekilde sıralanabilir:

- Parça 1 ve Parça 2’yi üreten ve montajını yapan tedarikçiler yerine taşıma maliyetini azaltmak için Avrupa’da konumlanan tedarikçiler bulunabilir mi ?
- Parça 1 ve Parça 2 üretimi ve montajı için Türkiye’de konumlanan başka tedarikçiler ile anlaşma sağlanabilir mi ?
- Tedarikçi değiştirilemiyor ise montaj yakın konumlanan bir tedarikçide yapılabilir mi ?

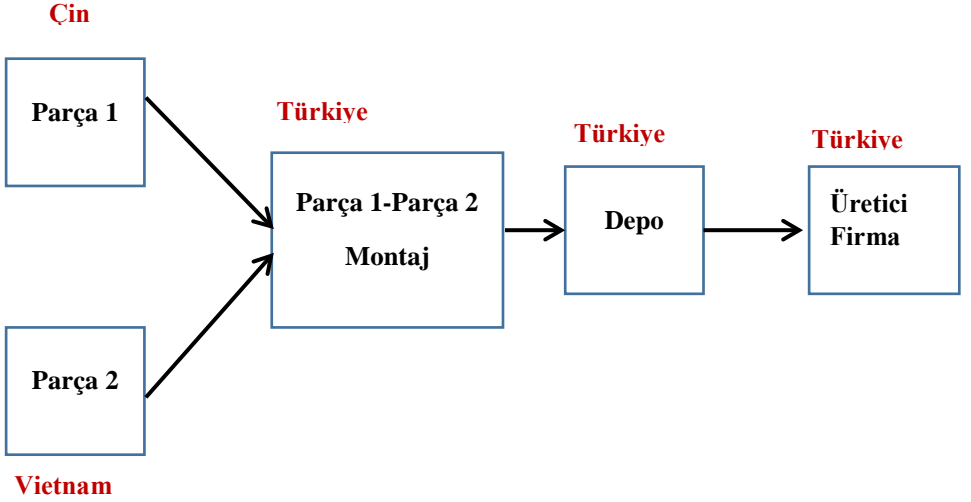
- Montaj için yakın konumlanmış bir tedarikçi bulunamıyor ise depo Türkiye'ye taşınabilir mi ?

Yukarıda sıralanmış soruların her birinin cevabı aranmış ve aşağıdaki alternatif rota önermeleri oluşturulmuştur.



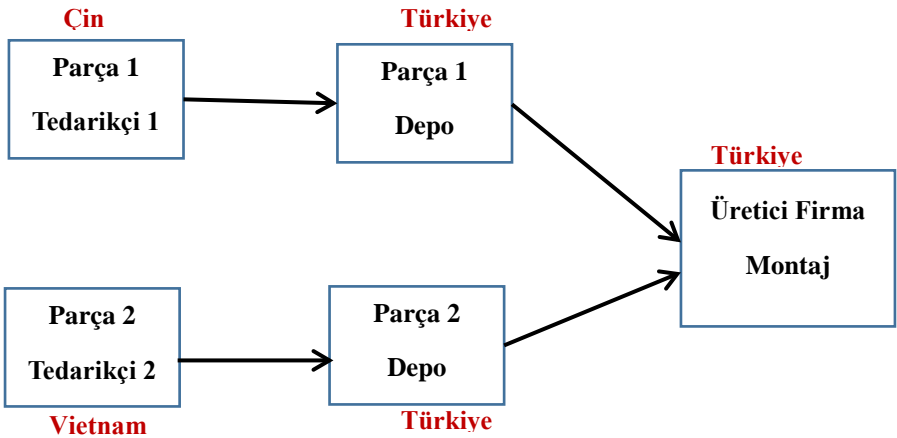
**Şekil 3.**Alternatif rota-1

Yukarıda verilen alternatif rota-1'de parça 1'in tedarikçi 1'den, parça 2'nin tedarikçi 2'den üretilip Türkiye'de bulunan üçüncü bir tedarikçiye birleştirilmek üzere gönderilmesi daha sonra ise talep oldukça üretici firmaya üretimde kullanılmak üzere gönderilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 4. Alternatif rota-2

2. seçenekte tedarikçi 1’de üretilen parça 1’in ve tedarikçi 2’de üretilen parça 2’nin Türkiye lokasyonunda uygun teknolojisi bulunan bir firmada birleştirilme işleminin yapılıp, firmaya yakın bulunan bir yerde depolanması ve en sonunda üretici firmaya gönderilmesi hedeflenmiştir.



Şekil 5. Alternatif rota-3

3.seçenekte ise parçaların üretildikten sonra Türkiye’de ayrı ayrı yerlerde depolanması ve üretici firmaya gönderilip firma içerisinde birleştirilmesi hedeflenmektedir.

Uzmanlarla birlikte seçenekler değerlendirilmiş ve bir tercih yapılmıştır. Alternatif rota-3’te gösterildiği gibi parçaların otomobil üreticisi olan firmanın içerisinde birleştirilmesi durumunda hat kapasitesi yeterli gelmeyeceğinden dolayı Alternatif-3 seçenekler arasından çıkarılmıştır. Alternatif rota-2 tedarik zincirinin maliyeti ise alternatif rota-1’e göre daha yüksek çıkmıştır (Firmanın maliyetlerinin gizliliği nedeniyle net bir fiyat verilememektedir). Bu bilgilerden yola çıkarak alternatif rota-1 tercih edilmiş ve maliyette araç başı 20 €gibi bir azalma sağlanmıştır.

Azaltılması gereken 10 € ise tedarikçilerden indirim ile tamamlanmıştır.

## **Sonuç ve Değerlendirme**

Bu çalışmada, üretim maliyeti hedeflenen maliyetin üzerinde olan bir otomotiv işletmesi için maliyet azaltma çalışmaları uygulanmıştır. İlk olarak uzman görüşleriyle müşterinin isteyebileceği, algıladığı ya da algılayamadığı kalite kriterleri belirlenmiştir. Daha sonra firmanın otomobili daha rahat analiz yapılabilmesi için oluşturmuş olduğu 5 bölümü ile kriterler arasındaki ilişkiler korelasyon ile belirlenmiştir.

Yapılan maliyet hesaplamaları sonucunda ortaya çıkan üretim maliyeti 15.000 € olmakla birlikte hedeflenen maliyet 14.960 € olarak bulunmuştur. Arada oluşan maliyet farkı için hedef maliyetleme ve değer mühendisliği uygulaması gerçekleştirilmiştir. Değer mühendisliği ve değer indeksi uygulaması, kriterler için yapılan korelasyon ilişkisi yardımı ile yapılmış ve maliyet azaltımına gidilmesi gereken otomobil bölümleri tespit edilmiştir. Maliyet azaltımına gidilmesi gereken bölümler arasında yer alan exterior bölümünde far sistemlerine yoğunlaşmış ve tasarımda xenon far kullanılması yerine led far kullanılması tercih edilmiş ve bu değişiklik ile 10 €luk bir maliyet azaltımı sağlanmıştır.

Maliyet azaltımında yeterli miktara ulaşamadığı için çalışmalara devam edilmiş ve uzman görüşleri ile aracın bagaj kısmında yer alan bir parça için tedarik zinciri kaizeni uygulanabilir olduğu görülmüştür. Çalışma içerisinde sunulan tedarik rota önermeleri içerisinde hem maliyetsel olarak daha ucuz hem de daha az taşıma ile parça sağlamlığını tehlikeye sokmayacak bir rota tercih edilmiş olup en uygun seçeneğe sahip olan rota belirlenmiş ve 20 €luk bir azaltım sağlanmıştır.

Geriye hala azaltılması gereken 10 €'luk bir maliyet vardır. Bu maliyet için tedarikçiler ile fiyatta anlaşmaya ve indirimine gidilmeye karar verilmiştir. Firma tedarikçiler ile görüşüp farklı parçalarda indirimler elde etmiş ve bu indirimlerin toplamı ile 10 €ya ulaşmıştır.



Ulaşılması hedeflenen maliyete toplamda 40 €azaltım yapılarak ulaşılmış ve ürün hayata geçirilmeden önce üretim maliyetleri kontrol altına alınmıştır.

Aşağıda bu maliyet azaltımının hangi aşamalarda ne kadar olduğu gösterilmiştir.

**Tablo 18.**Maliyet Azaltımlarının Gösterilmesi

	<b>İlk Maliyet</b>	<b>Son durumdaki maliyet</b>	<b>Azalma Miktarı</b>
<b>Tasarımsal Değişiklik</b>	15.000 €	14.990 €	10 €
<b>Tedarik Zinciri Kaizeni</b>	14.990 €	14.970 €	20 €
<b>Parça Ortaklaştırması</b>	14.970 €	14.960 €	10 €

## KAYNAKÇA

- Acar, Y. D. D. D. (1998). İleri Maliyet Yönetim Yaklaşımı Olarak Hedef Maliyetleme, *1*.
- Altınbay, A. (2006). Etkin Bir Maliyet Yönetim Sistemi Olarak Hedef Maliyetleme Sistemi ve TMMT Uygulaması, 141–164.
- Anasız, İ. (2019). OTEL İŞLETMELERİNDE YİYECEK - İÇECEK MALİYET KONTROLÜ İÇİN İSRAFI AZALTACAK FARKLI BİR UYGULAMA ÖNERİSİ : “ HEDEF MALİYETLEME ”, *2*(2), 179–214.
- Bozdemir, E., & Orhan, M. S. (2011). Maliyet Kontrol Aracı Olarak Hedef Maliyetleme Yönteminin Türk Otomotiv Sanayinde Uygulanabilirlik Düzeyinin İncelenmesi, 163–179.
- Ceran, Y., & Özdemir, Ş. (2013). Sağlık İşletmelerinde Paket İşlem Fiyat Uygulamasının Hedef Maliyetleme Yöntemi ve Stratejik Pazarlama Muhasebesi Açısından Değerlendirilmesi ve Özel X Diyaliz Merkezinde Bir Uygulama.
- Dalğar, P. D. H., Ögünç, Ö. G. D. H., & Kocaman, G. (2019). Süt ürünleri üreten işletmelerde hedef maliyetleme yönteminin uygulanması, 0–1.
- Gürsoy, A., Yöntem, O., & Onursal, F. (2016). Faaliyet Tabanlı Maliyet Sistemi İle Doğru Maliyetlendirme Araçları : Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama, *17*(1), 67–81.
- Ibusuki, U., & Kaminski, P. C. (2007). Product development process with focus on value engineering and target-costing : A case study in an automotive company, *105*, 459–474.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.08.009>

- Karahan, M. (2018). Hedef maliyetleme: hali işletmesinde bir uygulama, 65.
- Köroğlu, Ç., Dendeş, E., & Dendeş, A. E. (2019). TARGET COSTING AND IMPLEMENTATION COSTING IN OF TARGET A PRODUCTION, 12(2), 301–315.  
<https://doi.org/10.25287/ohuiibf.507497>
- Koşan, L., & Geçgin, E. (2013). Hedef Meliyetleme Sisteminin Menü Analizinde Kullanılması: Bir Yiyecek İçecek İşletmesinde Yapılan Uygulama ve Sonuçları, 391–410.
- Kurşunel, F., Alkan, A. T., & Ahmet Büyükşalvarcı. (2005). Maliyet Yönetiminde ÇAğdaş Bir Yaklaşım: Hedef Maliyetleme.
- Kutay, N., & Akkaya, G. C. (2000). Stratejik Maliyet Yönetimi Aracı Olarak Hedef Maliyetleme, 7, 13.
- Menderes, D. M., & Aydemir, M. (1999). HEDEF MALİYETLEME ( TARGET COSTİNG ), 1–11.
- Neto, K., Robert, M., Pascoal, T., & Jose, F. (2009). Int . J . Production Economics Target costing operationalization during product development : Model and application, 118, 398–409.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.12.007>
- Okudan, K. (2005). *Faaliyet Tabanlı Maliyetlendirme Analizinin İşletme Yönetimindeki Karar Alma Sürecine Etkisi ve Buna Yönelik Bir Uygulaması*.
- Okutmuş, E., & Ergül, A. (2015). Konaklama İşletmelerinde Hedef Maliyetleme , Değer Analizi ve Kaizen Maliyetleme Yöntemlerinin Birlikte Uygulanabilirliğine İlişkin Bir Araştırma, 97–116.

- Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazarı Otomobil ve Hafif Ticari Araç Pazarı. (2019). Tarihinde adresinden erişildi  
<http://www.odd.org.tr/folders/2837/categorial1docs/2329/BasinBulteni4Ocak2019.pdf>
- Terzi, Ö. G. D. A. (2017). Hedef maliyetleme, değer mühendisliği ve kaizen maliyetleme üçlüsünün çay işletmelerinde birlikte uygulanabilirliği.
- Vijayan, R., Geetha, T. T., Nishanth, B., Tamilarasan, M., & Kumar, V. V. (2019). ScienceDirect Value engineering and value analysis of rear air spring bracket. *Materials Today: Proceedings*, 16, 1075–1082. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.05.198>
- Yazdifar, H., & Askarany, D. (2012). Int . J . Production Economics A comparative study of the adoption and implementation of target costing in the UK , Australia and New Zealand. *Intern. Journal of Production Economics*, 135(1), 382–392.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.08.012>
- Yükçü, P. S., & Gönen, D. S. (2008). Tedarik Zinciri Yönetimi İ le Hedef Maliyetlemenin Birlikte Uygulanabilirliği, 71–83.



**BÖLÜM 6:**

**YENİ TİP YÜKSEK-ENERJİLİ TOZ ÖĞÜTME VE  
KARIŞTIRMA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Doç. Dr. Fatih ÇALIŞKAN<sup>1</sup>  
Yük. Mak. Müh. Harun GÜNGÖRDÜ<sup>2</sup>

---

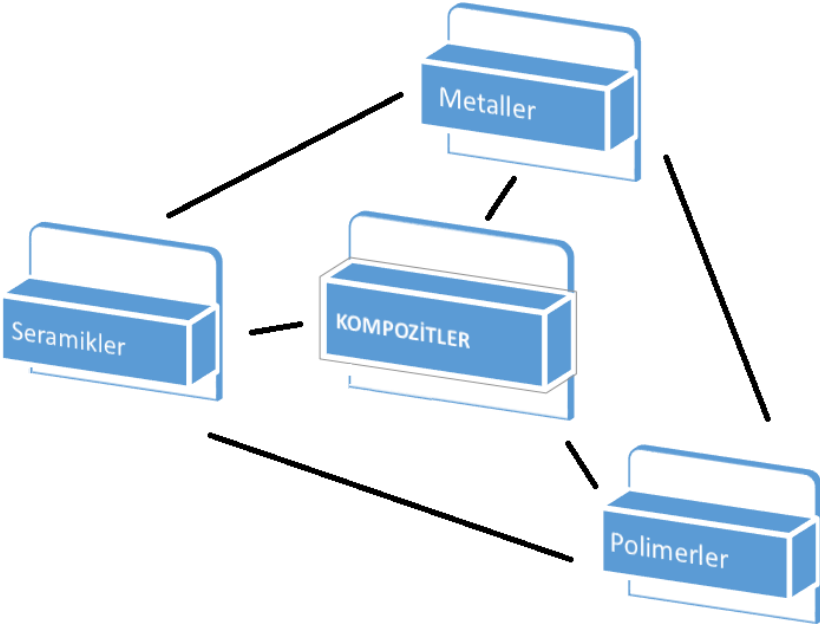
<sup>1</sup> SUBÜ-Teknoloji Fakültesi - Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya, Türkiye, fcaliskan@subu.edu.tr

<sup>2</sup> SUBÜ-Teknoloji Fakültesi - Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Sakarya, Türkiye, harungungordu@gmail.com



## 1. GİRİŞ

Teknoloji alanındaki hızlı gelişmeler, geleneksel malzemelere kıyasla üstün özelliklere sahip yeni malzemelerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Diğer malzemelerden daha üstün niteliklere sahip olan "Kompozit Malzemeler" adı altında yeni malzemeler üretilmiştir (Acılar, 2002; Claudio vd., 2002; Çıtak, 1998). - Kompozit malzeme, şekilleri ve kimyasal bileşimleriyle ayrılan ve esas olarak birbirlerinde çözünmeyen iki veya daha fazla mikro veya makro bileşenin bir karışımı veya kombinasyonu ile oluşturulan bir malzemedir (Eker,2008). Kompozit malzemeler, Şekil 1'de gösterildiği gibi farklı malzemeler birleştirilerek oluşturulur (Microns, 2019; Kaya,1995).



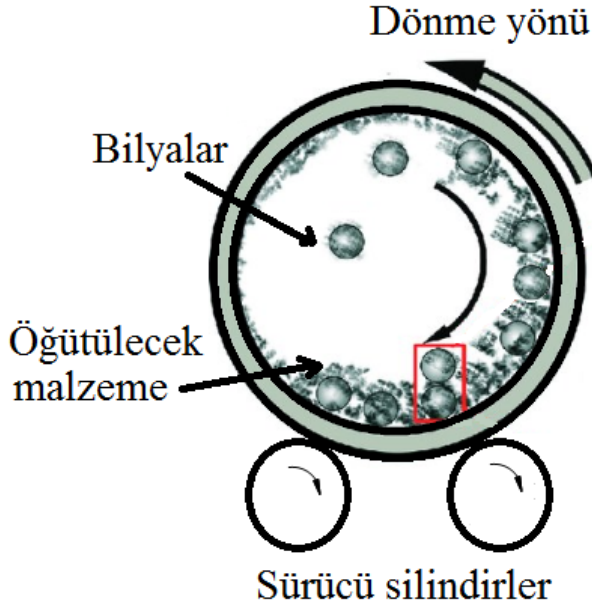
Şekil 1. Matris Malzemeleri (Kaya,1995)



Farklı matris ve takviye malzemelerinin kullanılması, MMC'lerin üretiminde farklı tekniklerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu tekniklerden biri toz metalürjisidir (Luton vd.,1989). Toz metalürjisinin amacı, mekanik ve fiziko-kimyasal yöntemlerle metal ve metal alaşımlarının tozlarını üretmek ve tozlardan erimesiz basınç ve sıcaklık yoluyla çeşitli şekilli parçalarda üretmektir (Merupo vd., 2015 ).

## **2. METAL TOZ ÜRETİMİ**

Metal tozu imalatında kullanılan teknikler, tozların birçok özelliğini belirler. Tozun morfolojisi üretim yöntemine bağlı olarak, küresel şekillerden karmaşık şekillere kadar çok farklı olabilir. Tozun yüzey durumu üretim yöntemine göre değişir. Metal tozu üretim tekniği olmasının yanı sıra, diğer tekniklerle üretilen tozu kırmak için de kullanılan öğütme işlemi çoğu değirmende yapılmaktadır. İnce parçacıklar üretmek için bu yöntemde, temel ilke, öğütülecek olan malzeme ile sert bir nesne arasında kırılan yüksek bir enerji getirmektir. (Nazik vd.,2013).



**Şekil 2.** Bilyalı Değirmen (Ünal, 2019; Sadler vd., 1975)

Kaba boyutlarda öğütülecek metal tozu sert ve aşındırıcı bilyeleri bir araya getirilir. İri taneli malzeme, öğütme kabındaki büyük çaplı, sert ve aşınmaya dayanıklı bilyelerle birlikte dönerek veya titreyerek çarpmanın etkisiyle çok küçük taze parçacıklara bölünür (Şekil 2). Homojen bir karışım için, kaba konulacak topların hacmi ve öğütülecek malzeme miktarı çok önemli bir parametredir. Tekne hacminin yaklaşık yarısı ve öğütülecek malzeme miktarı, gemi hacminin yaklaşık% 25'i kadar olmalıdır. Demir alaşımları, demir krom, demir silikon vb. malzemeler mekanik öğütücüler içerisinde mekanik olarak öğütülebilir (Smith,2012).

### 3.KULLANILAN ÖĞÜTÜCÜ ÇEŞİTLERİ

#### 3.1. Spex Shaker Değirmenleri

Bir seferde yaklaşık olarak 10-20 g toz alan SPEX değirmenleri, laboratuvar incelemeleri ve alaşım tarama işlemleri için en sık kullanılan değirmenlerdir. Şekil 3'te görülen spex değirmeni genel olarak, toz örneğini ve bilyaları içeren, kelepçede sabitlenmiş ve dakikada belirli devirde ileri geri salınım yapan bir toz haznesi vardır. Toz haznesinin her salınımında, bilyalar toza ve hazneye etki eder, numune öğütülerek karıştırılır. Kelepçenin genliği (yaklaşık olarak 5 cm) ve hızı (yaklaşık 1200 devir / dakika). Bu sebepten yüksek enerjili değirmen sınıfına girmektedir (Sur,2012).



Şekil 3. Spex değirmen (Sur,2012).

### 3.2. Gezegegen Tipi Değirmen

Mekanik olarak alaşımlama (MA) yapmak için başka bir öğütme sistemi "Gezegegen" öğütme cihazıdır (şekil 4). Bir defada birkaç yüz gram toz öğütülebilir. Toz öğütmek için kullanılan diğer değirmen, yüz gramdan fazla tozun aynı anda öğütülebileceği gezegegenel tip bilyalı değirmendir. Gezegegenel bilyalı değirmen adını gezegegene benzeyen toz haznelerinin hareketine borçludur. Çalışma mekanizması, dönen bir destek diski üzerine yerleştirilen haznelerin aynı zamanda kendi ekseni etrafında dönme hareketi yapmalarıyla gerçekteşmektedir (Smith,2012 ).

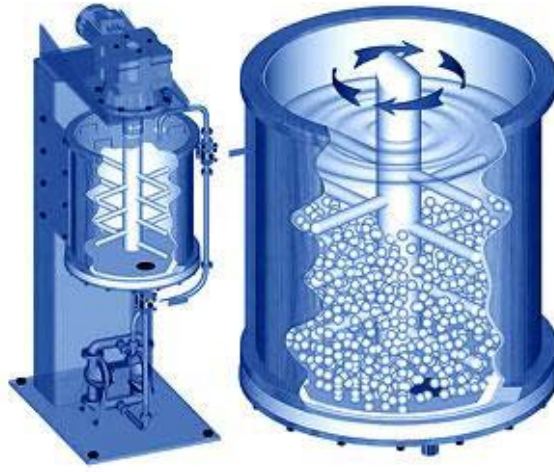
Gezegegenel tip değirmenlerdeki öğütme bilyaları, santrifüjlü değirmenlerdeki bilyalardan daha yüksek etki enerjisi elde eder. Hız azaldıkça, öğütme bilyaları etkisini kaybeder ve enerji yeteri kadar düştüğünde öğütme oluşmaz; sadece tozda karıştırma meydana gelir (Suryanarayana,2001).



şekil 4. Gezegegen tipi öğütücü (Smith,2012)

### 3.3. Atritör Tipi Değirmen

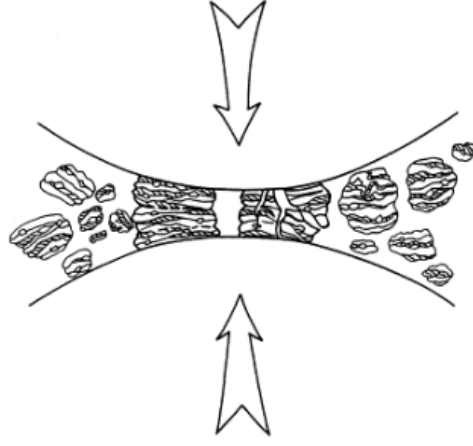
Atritör değirmen, bir dizi karıştırıcı içeren dikey bir silindirden oluşur. Şaft kolları ve bilyalar yardımı ile toz deforme olur ve bu tozlarda kırıklar ve soğuk kaynaklar oluşur. Bilyaların konteyner çeperiyle, birbirleri ile karıştırıcı şaftı arasında ezilmesi, toz boyutunda küçülmeye neden olur ve homojen bir mikro yapı oluşturur, genelde öğütücü bilyalar paslanmaz çelik, tungsten karbür, seramik ve zirkonyum oksittir. Sıcaklık kontrolü ceketin içinden geçen su soğutma sistemiyle sağlanır (Şekil 5)( Suryanarayana,2004).



Şekil 5. Atritör tipi (dikey) bilyalı değirmen (Şahin , 2006 )

### 3.4. Mekanik Öğütme

Mekanik öğütücülerle toz boyutu küçültme işleminin temeli, partiküller ve öğütme ortamı arasındaki çatlak oluşumu/kırılmaya ve nihai olarak uygulanan enerjiye dayanmaktadır. Şekil 6, öğütücüyü ve içindeki işlemleri göstermektedir (Uchirin vd,1995 ).



**Şekil 6.** Mekanik öğütme ile parçacıkların küçültülmesi (Varol,2012).

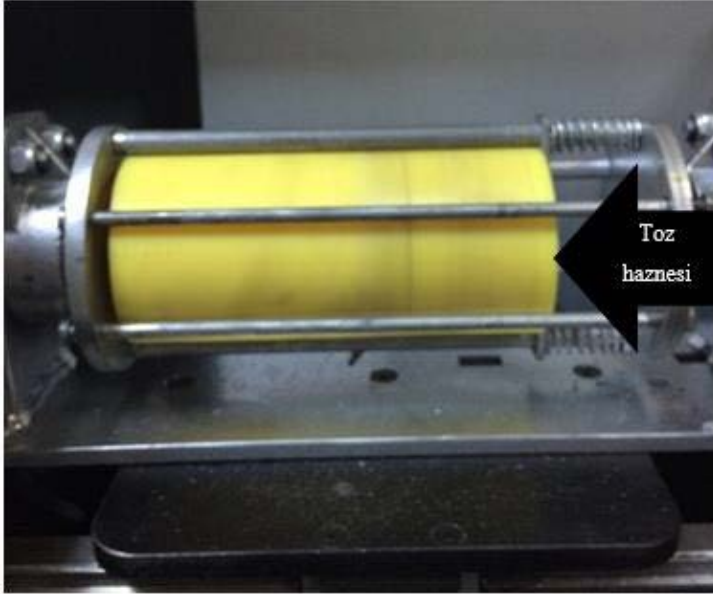
Şekil 6'da kırma modeli görülmektedir. Görüleceği gibi parçacıklar iki çarpışan bilya arasında kalır. Yeterince enerji uygulanması durumunda hızlıca çatlak başlar ve ilerler. Öğütme ortamı, yoğun toz bulutu, bilyalar ve toz parçacıkları içerir. İlk aşama, bilyalar arasında tozların yeniden düzenlenmesi ve istiflenmesidir. İnce ve düzensiz parçacıklar minimal deformasyon ve kırılma ile oluşur ve bir parçacıktan diğerine kayma başlar. Çatlamanın ikinci aşamasında, partiküller elastik ve plastik deformasyona tabi tutulur. Bu aşamada metalik sistemlerde soğuk kaynak görülmektedir. Üçüncü aşamada ise parçacıklar daha fazla deformasyon sonucu parçalanırlar (Uchirin vd,1995;Yazıcı,2009).

Bu çalışmada, mevcut karıştırma yöntemlerinin dışında yüksek verimliliğe sahip yüksek enerjili yeni bir mekanizma ve cihaz geliştirilmiştir. Tozlar, 2 ekseninde yüksek hızlarda krank şaft çalışma prensibi ile karıştırıldı. Önceki yöntemlerde, karşılaşılan sınırlı sayıda

malzeme ile çalışabilmesi, soğuk kaynak problemi, düşük gibi dezavantajlar giderilmeye çalışılmıştır. Etkilenen tüm parametreler, yüksek enerjili karıştırıcının tasarımında dikkate alınmıştır.

#### 4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Yeni öğütme ve karıştırma sisteminin tasarlanmasında Catia ve Solidworks programları kullanılmıştır. Krank mili, biyel kolu, sürgü çubuğu ve pimler 4140 çelikten imal edilmiştir. Çalışmada kullanılan toz haznesi kestamidden üretilmiş olup Şekil 7’de verilmiştir. PLC touch panel kullanılmıştır. Optimizasyon için kullanılan tozlar elek bakiye analizi ve MASTERSIZER 2000 model partikül boyut analiz cihazıyla ölçülmüştür.



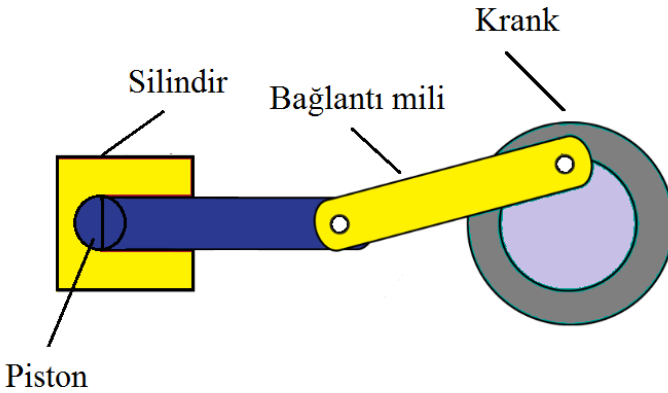
Şekil 7. Çalışmada kullanılan toz haznesi

## 5.SONUÇLAR VE TARTIŞMA

### 5.1. Karıştırıcının Tasarımı ve Üretimi

Daha farklı bir mantıkla çalışan daha ucuza mal edilen ve daha yüksek performans elde edilen yeni bir cihaz tasarlanmıştır. Tasarımın çizimleri ve cihaz maliyet hesaplamaları sonrası makinenin üretimine başlanmıştır. Sistem için gereken hız, motorun frekansını ayarlamaya yardımcı olan bir invertör cihazı kullanılarak sağlanmıştır. PLC dokunmatik panel sürücüyü daha basit ve pratik hale getirmek için kullanıldı. İstenilen hızlar bu ekranda kolayca ayarlanabilir fonksiyondadır.

Lineer karıştırıcı, birbirinden farklı toz malzemelerin mevcut sistemlerde kullanılan bilyelerin yardımıyla bir tüp içinde birbiriyle karıştırılması mantığına dayanmaktadır. Tüp, lineer ekseninde yüksek hızlarda ileri geri hareket ettirilmektedir. Karıştırıcı, bu işlem için gerekli hareketi krank-biyel mekanizması ile sağlamaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Tasarlanan mekanizmanın şematik çizimi



Krank miline bağlanan motorun dairesel hareketini krank, bağlantı çubuğu yardımıyla lineer harekete çevirmektedir. Kaydırma çubuğu üzerine yerleştirilen tüp, 0 ile 3000 devir/dk aralığında istenilen hızda kontrol paneli yardımıyla ayarlanarak hareket etmektedir.

Bu sayede tüp içindeki toz malzemeler, lineer hareketin sağladığı itki kuvvetiyle hareket etmektedir. Hareket esnasında toz malzemede oluşabilecek toz yığınları ve soğuk kaynama gibi olumsuz durumlar, tüp içindeki bilyeler yardımıyla ortadan kalkmaktadır. Tüpün içerisinde, bilyelerin dışında karıştırıcı millerin olmaması, tozların hareketinin sadece ani hızdan kaynaklanan ivme yardımıyla olması, parçaların daha az deformasyona uğramasına ve aşırı yüzey sürtünmesinden kaynaklanan termal ısı artışının olmamasına olanak sağlar.

## **5.2. Parametre Optimizasyonu**

Bu çalışma kapsamında üretilen cihazın optimum şartları tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun için farklı orbital ve lineer hareket parametreleri denenmiştir. 15 dakika sürelerle yapılan çalışma sonunda elde edilen toz boyut analiz sonucu Tablo 1’de verilmiştir.

*d*50 sütununda görüldüğü gibi hiç öğütülmemiş SiC tozunun %50’si 135,4 µm altındadır. Eşit miktarlarda, eşit sürede ve farklı hızlarda – Orbital 25Hz(1500devir/dk) / lineer 35Hz(2100devir/dk), Orbital 25Hz(1500devir/dk) / lineer 40Hz(2400 devir/dk), Orbital 30Hz(1800devir/dk) / lineer 35Hz(2100devir/dk) – öğütülerek toz boyutları karşılaştırılmıştır. Orbital 25Hz – lineer 35Hz hızlarda

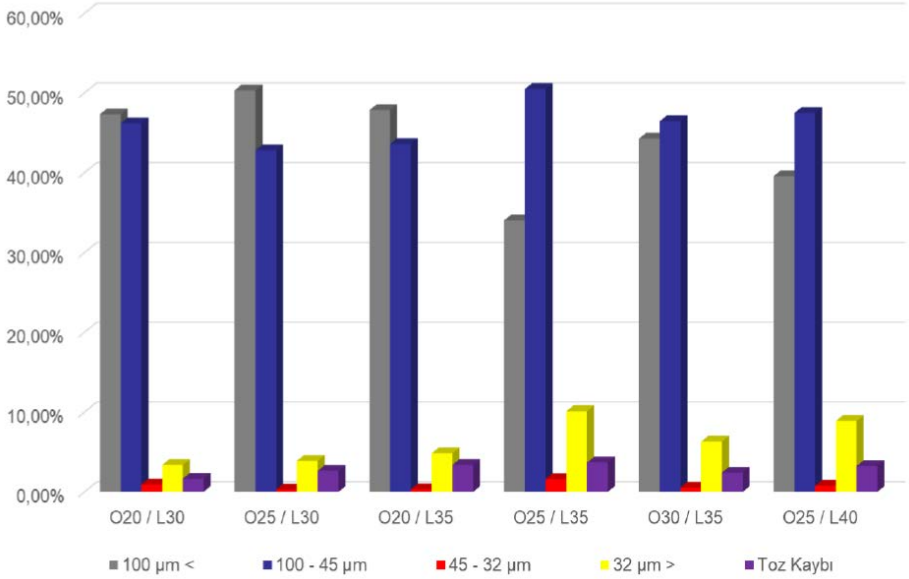
öğütülmüş tozun %50'si 38,53  $\mu\text{m}$  altındadır, Orbital 25Hz – lineer 40Hz hızlarda öğütülmüş tozun %50'si 39,52  $\mu\text{m}$  altındadır ve son olarak Orbital 30Hz – lineer 35Hz hızlarda öğütülmüş tozun %50'si ise 41,07  $\mu\text{m}$  altındadır. Bu sonuçlara göre optimum seçilen Orbital 25Hz – lineer 35Hz hızı; Orbital 25Hz – lineer 40Hz hızına göre % 8,8 daha verimli, Orbital 30Hz – lineer 35Hz hızına göre ise %21,73 daha verimli olduğu gözlemlenmiştir.

**Tablo 1.** Tasarlanan öğütücüde 15 dk sabit sürede farklı hızlarda öğütülmüş SiC tozunun toz boyut analizleri

	<b><i>d</i>10 (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b><i>d</i>50 (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b><i>d</i>90 (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
<b>Orbital 25Hz – lineer 35Hz</b>	16,68	38,53	65,07
<b>Orbital 25Hz – lineer 40Hz</b>	15,94	39,52	69,18
<b>Orbital 30Hz – lineer 35Hz</b>	17,71	41,07	69,11

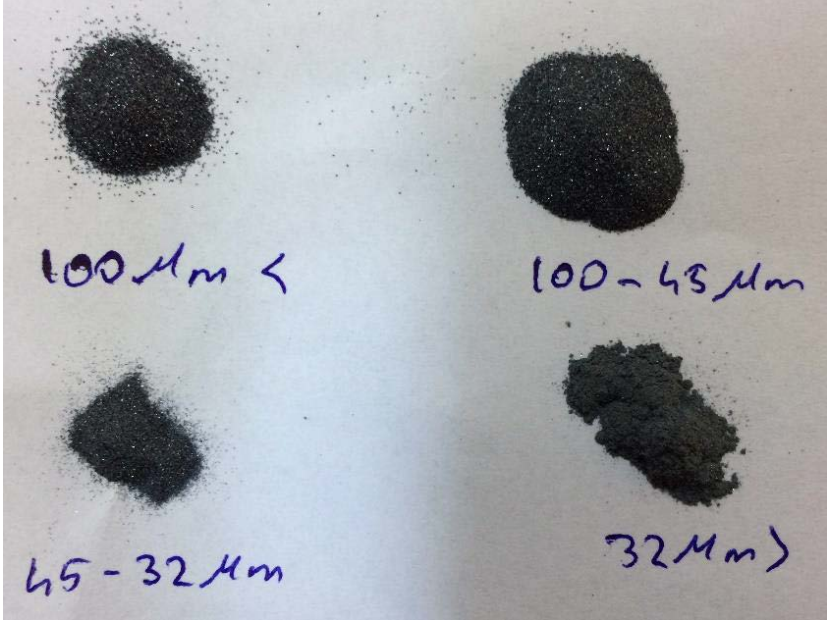
Sabit sürede (15 dk) sonunda elde edilen toz verimlikleri ölçülerek hesaplandığında Şekil 9'daki gibi bir grafik görülmektedir. Buarada ilk önce lineer harekette değer sabit tutularak orbital hareket değeri arttırılmıştır. Orbital harekette optimum değere ulaşıncaya lineer değeri arttırılarak, lineer harekette optimum değer bulunmuştur. Optimum değerlerin seçilmesi 32  $\mu\text{m}$  altına inen toz miktarının fazlalığına göre

belirlenmiş ve optimum değer olarak orbital 25 Hz / lineer 35 Hz tespit edilmiştir.



**Şekil 9.** Süre = 15 dk sabit Orbital ve Lineer hızların değişkenliğinde toz boyutu grafiği(O: Orbital/L: lineer)

Şekil 10’da bu çalışma kapsamında geliştirilen toz öğütme cihazının orbital = 25 Hz(1200 devir/dk) Lineer = 35 Hz(1800 devir/dk) Süre = 15 dk parametrelerinde çalışması sonucu bu kadar kısa sürede bile elde edilen toz dağılımı görülmektedir.



**Şekil 10.** Orbital = 25 Hz(1200 devir/dk) Lineer = 35 Hz(1800 devir/dk) Süre = 15 dk öğütülen tozların fotoğrafı

## 6.GENEL SONUÇLAR

Daha önceki yöntemlerde karşılaşılan az miktarda malzeme karıştırılması, yığın oluşturma, soğuk kaynama ve termal ısı artışı gibi dezavantajlar giderilmiştir. Bu dezavantajların yanı sıra maksimum 800-1000 devir/dk hızlarının daha da üzerine çıkılarak 1000-3000 devir/dk hızlara kadar ulaşılmıştır. Cihazın çalışmasında en yüksek verimlilik elde edilmesi için optimum değer olarak orbital 25 Hz / lineer 35 Hz tespit edilmiştir. Bu yeni tip karıştırma ve öğütme sistemi yeni stil sürücü sistemi ile tasarlanmış ve başarıyla üretilerek ticari olarak satılan yüksek enerjili sistemlere göre daha yüksek verimlilikte çalışan bir öğütme/karıştırma cihazı geliştirilmiştir.

## 7. KAYNAKÇA

- Acılar, M. (2002). Al/SiC Kompozitlerin Vakum infiltrasyon Yöntemi ile Üretimi ve Asınma Davranışlarının Araştırılması. Ankara: Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Claudio, L. D. C., Brian, S. M. (2002). Nanoparticles from Mechanical Attrition, Synthesis, Functionalization and Surface Treatment of Nanoparticles, M.I. Barton, editor, American Scientific Publishers
- Çıtak, R.(1998). “Metalik Ba-Al Başlangıç tozlarının Düşük Sıcaklıklarda Oksidasyonu ile Al Matrisli Kompozit Üretimi. Ankara: Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,
- Eker, A.A. (2008). Metal Matrisli Kompozit Malzemeler ve Üretim Yöntemleri, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya, A.İ. (1995). Atık Kâğıtlardan Geri Kazanılmış Liflerden Kompozit Malzeme Üretim Olanaklarının Araştırılması,İsparta :Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Doktora tezi),
- Luton, M. J., Jayanth, C. S. Disko, M. M., Matras, M. M., Vallone, J. (1989). In: McCandlish, L. E, Polk, D. E. Siegel, R. W. , Kear, B. H. , eds. Multicomponent Ultrafine Microstructures. Pittsburgh, PA: Mater. Res. Soc. 132:79—86.
- Merupo, V. I., Velumani, S., Ordon, K., Errien, N., Szade, J., Kassiba, A. H. (2015). Structural and optical characterizations of ball milled copper doped bismuth vanadium oxide (BiVO<sub>4</sub>) CrystEngComm 17, 3366-3375.

- Microns, (01.12.2019). [http://attritor.in/attritor\\_working.html](http://attritor.in/attritor_working.html)
- Nazik C., Tarakçioğlu N. (2013). “Alüminyum Matrisli B4C Parçacık Takviyeli Kompozitlerin Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretimi ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi”, Konya: Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 13-14.
- Sadler, L.Y., Stanley, D.A., Brooks, D.R. (1975). Attrition mill operating characteristics, Powder Technology, Volume 12, Issue 1, Pages 19-28.
- Smith, W.F. (2012). Malzeme Bilimi ve Mühendisliği. Çeviri Kınikoğlu, N.G., Literatür
- Sur, G. (2002). Alüminyum Esaslı Kompozitlerin Üretimi ve İşlenebilirliğin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 3-42.
- Suryanarayana, C., (2001). Mechanical alloying and milling, Progress in Materials Science, 46: 1-184.
- Suryanarayana, C., (2004). Mechanical Alloying and Milling, ISBN 9780824741037, New York.
- şahin, Y. (2006). Kompozit Malzemelere Giriş, Ankara, 113-131.
- Uchrin, J., Uchrin, R., Avvakumov, E. G. (1995). Mater. sci. For. 179-181:425-430.
- Ünal, R. (01.12.2019).  
[http://rahmiunal.net/toz/tozuretimi/powder\\_product.html](http://rahmiunal.net/toz/tozuretimi/powder_product.html)
- Varol T. (2012). AA2024 Matrisli B4C Parçacık Takviyeli Metal Matrisli Kompozitlerin Toz Metalurjisi Yöntemiyle Üretimi ve Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, 3-6.

Yazıcı, E., (2009). Ultrasonik Sprey Piroлиз Tekniğiyle Küresel Gümüş Nano-Parçacıklarının retimi, İ.T.. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

## **BÖLÜM 7:**

### **HATAY BÖLGESİNDE ÜRETİLEN PEYNİRLER**

Dr. Mehmet Salih ÇAYIR<sup>1</sup>

Dr. Öğretim Üyesi Dilek SAY<sup>2</sup>

Prof. Dr. Nuray GÜZELER<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Hatay İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Hatay, Türkiye, salih.cayir@gmail.com

<sup>2</sup> Çukurova Üniversitesi, Pozantı Meslek Yüksekokulu, Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Bölümü, Adana, Türkiye, dsay@cu.edu.tr

<sup>3</sup> Çukurova Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye, nsahan@cu.edu.tr





## GİRİŞ

Kırsal alanlar ve kırsal alanlarda üretilen geleneksel gıda ürünleri gastronomide yarattığı farklılık ve yerelde halkın ekonomisine sağladığı katkı ile turizm için önemli bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır (Ayyıldız ve Şahingöz, 2018).

Geleneksel gıdalar; spesifik özelliklere sahip, üretiminde veya işlenmesinde geleneksel metotların kullanıldığı ve bu sebeplerle diğer gıdalardan açık bir şekilde ayrılan gıda maddeleridir. Geleneksel gıdalar kültürel, endüstriyel ve gastronomi turizmi gibi konularla iç içe geçmiş birbirlerini tamamlayan hususlardır (Şener, Kolukırmık ve Eti, 2010).

Peynir; hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünüdür (Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, 2015).

Geleneksel peynirler en fazla çeşitlilik gösteren süt ürünleri içerisinde yer almaktadır (M.S. Akın, B.M. Akın ve Dölek, 2010). Bu çeşitlilik hammadde olarak farklı tür sütlerin kullanımı, coğrafik bölge

özellikleri, teknolojik uygulamalar, peynirin taze olarak veya olgunlaştırılarak tüketilmesi sonucu olabilmektedir (Gün, Avcı ve İnal, 2010). Türkiye’de başlıca üretimi yapılan peynirler; Beyaz peynir, Kaşar peyniri, Lor ve Çökelektir. Akdeniz Bölgesinde yerelde Çimi, Kelle Çökelek, Ham Çökelek, Yörük, Sürk, Carra, Süller Tuluk, Bez Kaşar, Hellim, Nor, Yalvaç Küp, Parmak, Sünme, Hatay Beyaz, Ezme ve Kelle peynirleri üretilmektedir (Kamber, 2008). Hatay, Türkiye'nin en güneyinde olup, Akdeniz bölgesindedir. Hatay ilinin batısında Akdeniz, doğu ve güneyinde Suriye, kuzeyinde ise Gaziantep, Osmaniye, Adana illeri, yer almaktadır. Tarih boyunca ve günümüzde de coğrafi konumu nedeniyle önemini korumaktadır (Yumuşak, 2017). Süt ve süt ürünleri Hatay ili için oldukça fazla önem taşımaktadır. Hatay’da inek sütünden ve tercihen sütün bol olduğu zamanlarda keçi sütünden yapılan Tuzlu Yoğurt, Testi peyniri olarak bilinen Carra peyniri, küflü çökelek olarak bilinen Sürk, Yaprak ve Künefe peyniri yaygın olarak üretilen süt ürünleri arasındadır (Çayır ve Güzeler, 2014).

Bu çalışmada; Hatay ilinde üretilen Hatay peyniri (Hatay Köy peyniri), Künefe peyniri, Sünme ve Dil peyniri, Ezme peyniri, Sıkma peyniri, Sürk peyniri, Carra peyniri, Yoğurt peyniri gibi Hatay’ın geleneksel peynirlerinin üretim metotları, bazı özellikleri ve tüketim şekilleri ile gastronomi potansiyeli incelenmiştir.

Hatay’da üretilen peynirler incelenirken kendi aralarında üretim metotlarında kullanılan kazeini pıhtılaştırma yöntemi ve üretim özelliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılması yapılmıştır.

1. Peynir mayası (rennet) ile üretilen peynirler
  - 1.1. Telemesi haşlanmayan/sıcak salamura ile muamele edilmeden üretilenler
    - 1.1.1. Hatay peyniri (Hatay Köy peyniri)
    - 1.1.2. Künefe peyniri
      - a. Geleneksel Künefe peyniri
      - b. Kültür ilaveli Künefe peyniri
      - c. Tuzlanmış Künefe peyniri
  - 1.2. Telemesi haşlanan/sıcak salamura ile muamele edilip üretilenler
    - 1.2.1. Boru tipi (Eritme) Künefe peyniri
    - 1.2.2. Sünme peyniri
    - 1.2.3. Dil peyniri
    - 1.2.4. Ezme peyniri
    - 1.2.5. Sıkma peyniri
2. Asit/Isı etkisiyle üretilen peynirler
  - 2.1. Sürk peyniri
  - 2.2. Carra peyniri
  - 2.3. Yoğurt peyniri

# 1. PEYNİR MAYASI (RENNET) İLE ÜRETİLEN PEYNİRLER

## 1.1. Telemesi Haşlanmayan/Sıcak Salamura İle Muamele Edilmeden Üretilenler

### 1.1.1. Hatay Peyniri (Hatay Köy Peyniri)

Son yıllarda Hatay'da önemli miktarda, genelde kültür ilave edilmeden sadece süte rennet enzimi ilavesi ile üretilen ve Hatay Köy peyniri olarak anılan taze köy peyniri Hatay, Adana ve Mersin illerinde talep görmektedir. Daha çok orta büyüklükteki aile tipi işletmelerde üretilen Hatay peyniri, son zamanlarda büyük ve Hatay dışındaki işletmelerde de üretilmektedir (Çayır, 2018).

Hatay peyniri üretiminde inek sütü kullanılabildiği gibi, bazı işletmeler keçi sütünün bol olduğu zamanlarda üretimde keçi sütü de kullanmaktadır. Üretimde kullanılan çiğ inek sütünün yağı genelde %25 ile %50 gibi değişen oranlarda alınmaktadır. Hatay peyniri üretimi, ısıl işlem yönünden değerlendirildiğinde, başlıca iki farklı yöntem uygulanmaktadır. 63-65°C'de 30 dakika veya 72°C'de 10 ile 15 dakika olan düşük sıcaklıkta ısıl işlem ile 80-85°C de 10-15 saniye olan yüksek sıcaklıkta ısıl işlem olmak üzere iki şekildedir. Düşük sıcaklıkta ısıl işleme tabi tutulan süt, yazın 32-33°C'ye, kışın 35-37°C'ye soğutulmakta, enzim ilave edilerek ortalama 50-60 dakika mayalamaya bırakılmaktadır. Yüksek sıcaklıkta ısıl işleme tabi tutulan süt ise 40-42°C'ye soğutulmakta, CaCl<sub>2</sub> ilave edilmekte sütün pH'sı 6.10'a düşürülmekte, enzim ilave edilerek ortalama 1 saat mayalamaya bırakılmaktadır. Pıhtısı kırılan ve baskıya alınan teleme

baskı sonunda, standart bir ölçü olmaksızın ortalama 7x7x2 cm boyutlarında kesilmektedir.

Bazı işletmeler bu aşamadan sonra herhangi bir işlem yapmadan salamura ilavesi ve ambalajlama işleminden hemen sonra peynirin satışını gerçekleştirmektedir. Bazı işletmeler ise ürünü soğuk hava deposunda  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de taze, salamurada veya kuru tuzlama yaparak 12-24 saat dinlendirme işlemine tabi tutmaktadır. Daha sonra taze tüketilecekse 8-13 bome oranlarında, depolanacaksa 13-18 bome oranlarında salamura ilave edilerek ambalajlanmaktadır (Çayır, 2018). Hatay peyniri üretimi Şekil 1'de verilmiştir.

Çayır ve Güzeler (2014), Hatay ilinde üretim yapan 17 farklı süt işletmesinden alınan taze Hatay Köy peynirlerinin fiziko-kimyasal özelliklerini incelemiştir. Araştırmada örneklerin ortalama kurumadde, yağ, tuz, protein, titrasyon asitliği ve pH değerlerini sırasıyla  $36.11\pm 2.55$ ,  $12.78\pm 3.53$ ,  $3.23\pm 1.13$ ,  $18.29\pm 2.03$ ,  $0.35\pm 0.20$  ve  $6.11\pm 0.39$  olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, Hatay Köy peynirinin kurumadde yağ oranına göre yağlı peynirler sınıfına, ortalama yağsız peynir kitlesindeki su oranlarına göre değerlendirildiğinde yarı sert peynirler sınıfına dahil edilebileceğini belirtmişlerdir. Hatay peyniri, parlak beyaz renkte, genelde kokusuz ve hafif tuzlu bir peynirdir.

Hatay peyniri, kahvaltıda tüketildiği gibi börek yapımında da kullanılmaktadır.



a) Isıl İşlem



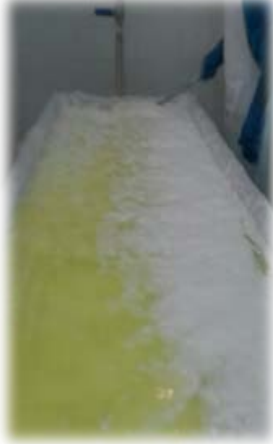
b) Soğutma



c) Enzim İlavesi  
(mayalama)



d) Pıhtının Kırılması



e) Dinlendirme



f) Baskılama



g)Kalıpların Kesilmesi h)Ambalajlara Dolum i)Salamura İlavesi

**Şekil 1.** Hatay peyniri üretimi

### **1.1.2. Künefe Peyniri**

Künefe, Doğu Akdeniz yöresine ait bir tatlı çeşidi olarak bilinmektedir. Yapılış tekniği, diğer kültürlerde var olanın aksine Eski Arapça yemek kitaplarında "kinafa" olarak geçmektedir (Işın, 2008). Hatay Künefesi, yapımında kullanılan peynirin Künefeye özel olarak üretilen bir peynir olması dolayısıyla kendine özgüdür (Ors ve Sürmeli, 2016).

#### **a. Geleneksel Künefe Peyniri**

Künefe peynirinin geleneksel üretiminde; süt, yaz aylarında sağım sıcaklığında, kış aylarında ise 35°C'ye ısıtılmakta ve 1.5-2 saatte pıhtı oluşturacak şekilde ticari rennin enzimi ile mayalanmaktadır. Sonrasında pıhtı parçalanmakta ve 10 dakika sonra tahta ya da krom kasalar içindeki tülbentlere aktarılmaktadır. Yarım saat peynir altı



suyunun süzülmesi için beklenmektedir. Süre sonunda tülbentten çıkarılan peynirler 4 ila 6 büyük parçaya kesilmektedir. Peynirler yazın oda sıcaklığında yaklaşık 6 saat bekletilmekte, kışın ise 12 saat veya +4°C'deki buzdolabında 24 saat fermentasyona bırakılmaktadır (Karaca, Güven, Mutluer ve Saydam, 2008). Geleneksel Künefe peynirinin üretimi Şekil 2'de verilmiştir. Geleneksel üretim metodu ile üretilen Künefe peynirinin raf ömrü pH değerine göre değişkenlik gösterse de 2-3 gündür. Bu nedenle bu yöntemle üretim, halen kırsalda kendi tüketimi için ve bazı işletmelerde genelde Hatay ili iç tüketimine yönelik olarak yapılmaktadır. Ayrıca; farklı işlemlerden geçirilen (tuzlama, haşlama, olgunlaştırma vb.) bazı peynirlerin prosesinde başlangıç noktasıdır. Bundan dolayı Geleneksel Künefe peyniri bölgedeki birçok peynirin atası niteliğindedir (Selma Aslan Günay, kişisel iletişim, 11 Mart 2019).

Künefe tatlısının Hatay dışındaki bölgelerde ve şehirlerde tanınması ve popüler olması, Hatay'da üretilen Künefe peynirine olan talebi arttırmıştır. Farklı üretim metotları uygulanarak üretilen Künefe peyniri, uzak mesafelere gönderilmeye başlanmıştır. Künefe peynirinin, küp şeker boyutlarında kesilerek yoğun olarak kuru tuzlamaya tabi tutulması, çiğ sütün pastörizasyon normlarında ısıtma işlemine tabi tutulduktan ve mayalama aşamasından önce starter kültür ilave edildikten sonra olgunlaştırması, porsiyonluk dondurulmuş künefe için özel olarak taze veya tuzu giderilmiş künefe peynirinin kuru haşlanması ile üretilen boru tipi blok künefe peynir üretilmesi

olmak üzere 3 farklı üretim metodu geliştirilmiştir. Şekil 3'te farklı metotlarla üretilmiş Künefe peynirleri verilmiştir.



a) Mayalama



b) Pıhtı Kesme



c) Pıhtının Çöktürülmesi ve Peyniraltı Suyunun Uzaklaştırılması



d) Baskılama, Kalıpların Kesilmesi, Fermantasyon

## Şekil 2. Geleneksel Künefe Peyniri Üretim Aşamaları



(a) Geleneksel  
Künefe Peyniri

(b) Tuzlu Künefe  
Peyniri

(c) Boru Tipi  
(Eritme) Künefe  
Peyniri

## Şekil 3. Farklı Şekillerde Üretilen Künefe Peynirleri

### b. Kültür İlaveli Künefe Peyniri

Kültür ilaveli Künefe peyniri ile geleneksel Künefe peynirinin üretim metotları arasındaki fark; pastörizasyon normlarına (63-65 derece 30 dakika) ısıtılan çiğ inek sütünün, mayalama sıcaklığına getirildikten sonra kültür ilave edilerek olgunlaştırılmasıdır. Bu üretim metodu Hatay ilinde çok yaygın değildir. Hatay'da küçük ölçekli 1-2 işletme bu şekilde üretim yapmaktadırlar (Yonca Arslan, kişisel iletişim, 28 Aralık 2019).

### **c. Tuzlanmış Künefe Peyniri**

Tuzlama işlemi işletmeden işletmeye değişmekle beraber, küçük parçalara bölme ve tuzlamanın amacı; peynirin yüzey alanını düşürmek ve bir an önce tuzu alıp peynir altı suyunu bırakmasını sağlamaktır. Aynı zamanda künefe peynirinin olgunlaştırılması sürecinde yüzey alanının küçük olması olgunlaşmanın daha hızlı ve standart olmasını sağlamaktadır. Bir diğer önemli sebep ise, ticari olarak kullanılan bu peynirin tuzunu daha kolay bırakması açısından kullanım kolaylığı sağlamasıdır.

Tuzlamada herhangi bir standart olmamasına karşın bu aşama genel anlamda üç şekilde yapılmaktadır.

1. Kuru tuzlama + kuru tuzlama; % 13-15 olacak şekilde küçük parçalara ayrılan künefe peynirine kaya tuzu eklenmektedir. Böylece 48 saat bekletilmektedir. Daha sonra peyniraltı suyu ayrılan Tuzlanmış Künefe peynirine, %4-5 oranında tuz eklenip 24 saat daha bekletilir. Toplamda 72 saate yakın oluşan kuru tuzlama işlemi tamamlanmış olur.

2. Salamura + kuru tuzlama; küçük parçalara ayrılan künefe peyniri % 20-21 bome salamuraya bırakılır. Bu şekilde istenen pH elde edilince, hızlı bir şekilde fermantasyonun durdurulması bu yöntem ile sağlanır. Genelde yazın hava sıcaklığının yüksek olduğu, istenen pH'nın sabitlenmesinde zorluk çekildiği durumlarda kullanılır.

3. Kuru tuzlama + salamura; küçük parçalara ayrılan künefe peyniri % 15-20 oranlarda kuru tuzlama yapılır. Bu şekilde 48 saat bekletilir. Daha sonra peynir altı suyu ayrılan Tuzlanmış Künefe peyniri, %20-21 bome salamurada 24 saat bekletilir. Böylece 72 saate yakın oluşan kuru tuzlama işlemi bitmiş olur.

Tuzlamanın ardından küp halindeki peynirler kuru bir şekilde ambalajlanmaya hazır hale gelir. Peynir altı suyundan tamamen arındırılmış olan Tuzlanmış Künefe peyniri  $+4^{\circ}\text{C}$ ' de yaklaşık 6-12 ay saklanabilir. Burada dikkat edilecek husus ise uzun süre depolanacak peynirin yarım yağlı veya yağı alınmış olması gerektiğidir. Az yağlı peynirin daha uzun süre muhafaza edilebilir olmasından dolayı oluşabilecek olumsuz tat ve görünüş kusurları önlenmiş olur. Tuzlanmış Künefe peynirinin üretimi Şekil 4'te verilmiştir. Tuzlama işleminin devamında peynirler 25 kg'lık poşetlere konur ve daha çok uzak mesafedeki işletmelere satışı yapılır. Peynir, Künefe yapımından önce en az 12 saat suda bekletilir (Say, Çayır ve Güzeler, 2016; Deniz Taş, kişisel iletişim, 24 Aralık 2018).



a) Geleneksel Taze Künefe Peyniri



b) Doğrama



c) Tuzlama (Kuru/salamura+kuru)



d) Ambalajlara Dolum ve Depolama

#### Şekil 4. Tuzlanmış Künefe Peyniri Üretim Aşamaları

Karaca vd. (2008), Hatay ilinde satılan 22 adet Künefe peynirinin bileşim özelliklerini belirlemişlerdir. Künefe peynirlerinde ortalama pH değerini 5.36, titrasyon asitliğini %0.63 (% laktik asit cinsinden), kurumadde oranını %46.43, yağ oranını %24.12, kurumaddede yağ oranını %51.88, tuz oranını %0.24, kurumaddede tuz oranını %0.53, protein oranını %19.60, kurumaddede protein oranını %42.29, kül oranını %2.20 olarak bulmuşlardır.

Say vd. (2016), Hatay ilinde üretim yapan işletmelerden toplanan Tuzlanmış Künefe peynirinde yapılan analiz sonucunda peynir örneklerinin pH, titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden), kurumadde (%), yağ (%), kurumaddede yağ (%), protein (%), kurumaddede protein (%), tuz (%), kurumaddede tuz (%) ve kül (%) oranlarının sıra ile,  $5.86 \pm 0.065$ ,  $0.81 \pm 0.064$ ,  $60.11 \pm 1.305$ ,  $19.64 \pm 0.627$ ,  $32.68 \pm 0.716$ ,  $19.95 \pm 1.10$ ,  $33.19 \pm 1.826$ ,  $9.29 \pm 1.273$ ,  $15.46 \pm 2.092$  ve  $10.90 \pm 0.491$  olarak belirlemişlerdir.

Günay (2019), tarafından Hatay ilinde farklı metotlarla üretilen piyasadan toplanan toplam 30 adet Taze Künefe peyniri, Boru tipi (Eritme) Künefe Peyniri ve Tuzlanmış Künefe peynirlerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Çalışmada elde edilen ortalama pH, kurumadde oranları (%), yağ oranları (%), kurumaddede yağ oranları (%), kül oranları (%), protein oranları (%), tuz oranları (%), kurumadde de tuz oranları (%), toplam aerobik mezofilik bakteri ( $\log_{10}$ kob/g), toplam koliform ( $\log_{10}$ kob/g), *E.coli* ( $\log_{10}$ kob/g), maya ve küf ( $\log_{10}$ kob/g) değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Farklı Yöntemlerle Üretilen Künefe Peynirlerin Kalite Özellikleri (Günay, 2019)

<b>Özellik</b>	<b>Taze Künefe Peyniri</b>	<b>Tuzlanmış Künefe Peyniri</b>	<b>Boru tipi (Eritme) Künefe Peyniri</b>
pH	4.99	5.08	4.87
Kurumadde Oranları (%)	40.59	64.46	43.59
Yağ Oranları (%)	20.30	28.20	22.60
Kurumaddede Yağ Oranları (%)	49.54	43.80	51.82
Kül Oranları (%)	2.22	12.79	2.17
Protein Oranları (%)	16.34	22.38	17.02
Tuz Oranları (%)	0.21	9.31	0.10
Kurumaddede Tuz Oranları (%)	0.50	14.62	0.22
Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (log <sub>10</sub> kob/g)	8.67±0.05	8.48±0.07	8.41±0.10
Toplam Koliform (log <sub>10</sub> kob/g)	6.43±0.11	4.73±0.24	5.63±0.12
<i>E.coli</i> (log <sub>10</sub> kob/g)	6.28±0.07	4.21±0.36	4.97±0.11
Maya ve Küf (log <sub>10</sub> kob/g)	5.05±0.09	4.27±0.05	4.79±0.16

Bu peynir; daha çok Künefe yapımında kullanılsada; pizza, pide ve çeşitli böreklerin yanında Hatay'da Künefededen sonra en çok Peynirli İrmik helvasında kullanılmaktadır. Farklı kullanım ile ilgili görseller Şekil 5'te verilmiştir. Bu peynirin kullanılarak yapıldığı Künefe Tatlısı Hatay'ın coğrafi işaretli gıdaları arasında yer almaktadır.





a) Künefe Tatlısı      b) Peyirli İrmik      c) Peyirli Börek  
Helvası

**Şekil 5.** Künefe Peyirinin Farklı Kullanım Şekilleri

## **1.2. Telemesi Haşlanan/Sıcak Salamura İle Muamele Edilip Üretilenler**

### **1.2.1. Boru Tipi (Eritme) Künefe Peyiri**

Künefe peynirinin bir diğer üretim şekli ise özellikle porsiyonluk dondurulmuş künefe imalatında kullanılan; taze Künefe peynirinin kuru veya yaş olarak haşlanması ve boru tipi kalıplarda baskıya alınarak üretilmesi esasına dayanmaktadır (Günay, 2019).

Her ne kadar genelde bu tip Künefe peyniri için taze Künefe peyniri kullanılsa da bazı işletmeler stoktaki tuzlanmış künefe peynirin tuzunu giderdikten sonra tatlandırılmış peyniri kullanabilmektedir. Bu aşamadan sonra farklı metotlar kullanılmaktadır. Bunlardan en yaygın olanı eritme tuzu ilave edilerek kuru ısı işlem uygulaması yapılması

ve ardından boru tipi kalıplarda baskıya alınarak üretilmesi esasına dayanmaktadır. Diğerlerinde ise taze künefe peyniri direk boru kalıplara alınır ve baskı işlemi uygulanır, bir diğeri Künefe peynirinin üstüne sıcak su dökülmesini takiben kalıplara alınmasıdır. Genelde 10 cm çapında silindir borulara baskıya alınmak suretiyle üretilen Künefe peynirleri 1 ile 2 kg olacak şekilde bölünür ve genelde dondurulmuş künefe imalatı yapılan işletmelere satışı gerçekleştirilir (Deniz Taş, kişisel iletişim, 24 Aralık 2018). Boru tipi (Eritme) Künefe peyniri ve dondurulmuş künefe peyniri ile ilgili görseller Şekil 6'da verilmiştir.



a) Telemeye Isıl İşlem Uygulanması



b) Baskılama



d) Boru Tipi  
(Eritme) Künefe  
Peyniri

e) Dilimleme

f) Hazır  
Dondurulmuş  
Künefe

**Şekil 6.** Boru tipi (Eritme) Künefe Peyniri ve Hazır Dondurulmuş Künefenin Üretimi

### 1.2.2. Sünme Peyniri

Sünme peyniri, Hatay ilinde ve köylerinde üretildiği gibi aynı zamanda aile mandıralarında da ticari olarak üretilmektedir. Sünme peyniri üretiminde çiğ inek sütü kullanılarak, 1.5-2.0 saatte süt pıhtılaştırılmakta ve elde edilen telemeye haşlama işlemi uygulanmaktadır. Üretilen peynirler, salamurada tuzlanmakta ve sonrasında taze olarak veya salamurada bekletilerek tüketilmektedir (Karaca ve Güven, 2004). Sünme peynirinin üretimi Şekil 7’de verilmiştir.

Sünme Peyniri, yapılış şekline göre değerlendirildiğinde Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre; Örgü peyniri, Dil peyniri, Abaza peyniri ve Kaşar peyniri gibi peynirlerin dahil olduğu telemesi haşlanan peynirler sınıfına girmektedir. Telemesi haşlanan peynirler; hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermantasyon işleminden sonra tuzlu veya tuzsuz sıcak su içerisinde ya da sıcak peyniraltı suyu içerisinde haşlanmasıyla üretilen peynirlere denilmektedir (Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, 2015).



a) Mayalama



b) Pıhtının Kırılması,  
Baskıya Alma



c) Fermantasyon



d) Haşlama



e) Yoğurma



f) Şekil Verme



g) Sündürme İşlemi

h) Çile Haline

ı) Sünme Peyniri

Getirme

### Şekil 7. Sünme Peyniri Üretim Aşamaları

Ambalajsız olarak piyasaya sürülen 30 farklı Hatay Sünme peynirinde ortalama pH 5.60, titrasyon asitliği %1.413 (% laktik asit cinsinden), kurumadde %53.74, yağ %20.07, kurumaddeye yağ %37.20, tuz %2.67, kurumaddeye tuz %4.98, protein %26.12, kurumaddeye protein %48.51, kül %8.48, toplam azot %4.093, suda çözünür azot %0.657 ve kazein azotu %3.436 olarak bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre; Sünme peynirleri renk ve görünüş (5), kitle ve yapı (5), tad ve koku (5) ve toplam puan (15) üzerinden sırasıyla 3.29-4.71, 2.86-4.57, 2.36-4.43 ve 9.71-13.21 arasında değişen puanlar almışlardır. Araştırmacılar tarafından genel olarak tuz oranı düşük ve yağ oranı yüksek peynirlerin daha çok beğenildiği belirtilmiştir (Karaca ve Güven, 2004).

Mutluer ve Güven (2010), Sünme peyniri ile ilgili yaptıkları çalışmada, peynirlerin pH değerlerinin 5.39 ile 5.69, titrasyon asitliği değerlerinin %0.61 ile %1.17 (% laktik asit cinsinden), kurumadde oranlarının %38.87 ile %54.81, yağ oranlarının %17.16 ile %25.25, kurumaddede yağ oranlarının %44.17 ile %47.24, protein oranlarının %16.41 ile %24.52, kurumaddede protein oranlarının %40.10 ile %44.74, tuz oranlarının %3.13 ile %4.09, kurumaddede tuz oranlarının %6.26 ile %10.53 ve erime oranlarının %40.10 ile %55.35 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

### **1.2.3. Dil Peyniri**

Hatay'da geleneksel Dil peyniri üretim prosesi Sünme Peyniri prosesi ile benzerlik göstermektedir. Aralarındaki temel farklar ise sulu haşlamadan sonra yoğrulan telemenin Dil peyniri için daha az akışkan olmasıdır. Yoğrulan haşlanmış telemeden elle uzun şeritler oluşturulur. Daha sonra bu şeritler yaklaşık 10-15 cm boyunda kesilir ve Dil peyniri şeklini alır. Bu aşamadan sonra Dil peyniri isteğe göre salamurada dinlendirilir, salamura halinde veya sadece tavalara dizilerek satışı yapılır (Mustafa Can, kişisel iletişim, 04.04.20019).

Dil peyniri ile ilgili yapılan bir araştırmada, ortalama pH değeri 5.62, titrasyon asitliği %1.115 (% laktik asit cinsinden), kurumadde oranı %48.55, yağ oranı %19.80, kurumaddede yağ oranı %40.73, tuz oranı %5.38, kurumaddede tuz oranı %11.14 , protein oranı %20.12, kurumaddede protein oranı %41.45 ve kül oranı ise %6.66 olarak bildirilmiştir (Karaca, Saydam, Güven ve Güzeler, 2009a).

#### 1.2.4. Ezme Peyniri

Ezme peyniri, inek sütünden üretilen yöresel bir peynir çeşididir. Ezme peyniri, baskı peyniri ve yaprak peyniri isimleriyle de bilinmektedir. Yumuşak ve olgunlaştırılmayan bir peynir çeşididir. Bu peynire, kare-dikdörtgen veya yuvarlak şekiller verilebilmektedir. Ezme peyniri, peynirin kaynar suda haşlanması ve salamurada muhafaza edilmesiyle üretilmektedir. Bu peynir çeşidi kızartılarak tüketilebilmektedir (Kamber, 2008).

Hatay Ezme peynirinin rengi beyazdır, gözeneksiz, ufalanmayan, elastik ve homojen bir yapıya sahiptir. Ezme peyniri üretimi Künefe peyniri üretim yöntemine benzemektedir (“Hatay Ezme”, 2019). Ancak, taze Künefe peyniri ile en önemli farkı ise peynirin kızartılması veya sıcak suda bekletilmesi aşamasında Hellim peyniri gibi bütünlüğünü korumasıdır. Bu işlem ile baskıdan sonra telemenin fermantasyonu Künefe peynirine göre daha kısa sürede olmaktadır. Ezme peynirinin üretimi Şekil 9’da verilmiştir.



a) Taze Peynir



b) Küçük Kalıplar  
Şeklinde Kesme



c) Kaynar Suda  
Bekletme



d) Sudan Çıkarma



e) Baskılama



f) Ambalajlama

### Şekil 9. Ezme Peyniri Üretim Aşamaları

Hatay yöresinden elde edilen 30 adet Hatay Ezme peynirinin özelliklerini ve üretim tekniğinin incelendiği bir araştırmada, Hatay Ezme peynirinin ortalama olarak %0.653 tirasyon asitliği (% Laktik asit cinsinden), 6.25 pH, %49.23 kurumadde, %23 yağ, %46.67



kurumaddede yağ, %3.96 tuz, %8.04 kurumaddede tuz, %19.48 protein, %39.60 kurumadde protein %5.58 kül ve olgunlaşma derecesinin %8.85 olduğunu bildirilmiştir (Karaca, Saydam, Güven ve Güzeler, 2009b)

### **1.2.5. Sıkma Peyniri**

Sıkma peyniri, genellikle Hatay, Kahramanmaraş, Gaziantep ve Şanlıurfa gibi Türkiye'nin güneyinde üretilmekte ve üretim metotları ile bileşim özellikleri bazı değişiklikler göstermektedir. Hatay Sıkma peyniri üretiminde inek sütü kullanılmaktadır (Tarakçı, Durmaz, Sağun ve Aygün, 2004). Sıkma peyniri, yerel olarak Haşlama peyniri olarak adlandırılmaktadır. Genelde inek sütü ile yapılan Sıkma peyniri, bazı ilçelerde keçi sütünden de yapılabilmektedir.

Hatay'ın Yayladağı ilçesinde özellikle 1700 metre yükseklikteki dağlarda bulunan çakşır otuyla beslenen keçilerin sütlerden yapılan peynire "Çakşırılı Peynir" denilmektedir ("Çakşırılı Peynir", 2019). Çakşırılı peynirde Sıkma peynirine benzemektedir.

Sıkma peyniri üretiminde 32-36°C'ye ısıtılan çiğ süt 1.5-2 saat mayalanır. Pıhtı kırılır, peynir altı suyu uzaklaştırılır ve baskıya alınır. Yaklaşık 5.8-5.9 pH'da teleme dilimlenir, tuzlanır belli bir süre dinlendirilen tuzlanmış teleme, kaynar sıcak suya atılır. Bir süre kaynayan suda bekletilir, tezgaha alınır, soğuduktan sonra elle sıkılıp, salamurada muhafaza edilir veya taze olarak tüketilir. Bazı işletmelerde ise teleme dilimlenir dilimlenmez kaynar suya atılır,

tezgaha alınır ve tuzlanıp elle sıkılır (Hayaloğlu, 2008). Sıkma peynirinin üretimi Şekil 10'da verilmiştir.

Hatay'da üretilen ve satışa sunulan 22 adet Sıkma peynirinin kimyasal bileşimi, proteoliz ve lipoliz düzeyleri ile duyuşal özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ortalama kurumadde, yağ, tuz, protein, olgunlaşma derecesi, titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden), pH, suda eriyen azot, protein olmayan azot ve lipoliz (ADV) değerleri sırasıyla %47.36, %20.00, %5.53, %21.29, %10.62, 0.59, 5.59, %0.34, %5.94, 3.21 olarak saptanmıştır. Örneklerin, duyuşal değerlendirme sonucunda renk ve görünüş yönünden 7.27, şekil ve yapı yönünden 7.43, tat ve aroma yönünden 7.12 ve toplamda da 26.20 puan aldıkları araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Tarakçı, Durmaz, Sağun, ve Aygün, 2004).



a) Isıtma



b) Mayalama

c) Pıhtı Kırma ve Süzme



d) Telemenin  
Kesilmesi



e) Kaynar Suda  
Bekletme



f) Sıkma ve Tuzlama



g) Sıkma Peyniri

**Şekil 10.** Sıkma Peyniri Üretim Aşamaları

## 2. ASİT/ISI ETKİSİ İLE ÜRETİLEN PEYNİRLER

### 2.1. Sürk Peyniri

Sürk peyniri taze çökeleğin, suyu iyice çektilirdikten sonra içine kimyon, karabiber, hint cevizi, zahter, biber salçası vb. ve yeteri kadar tuz ilave edilerek yoğrulup, konik şekli verilerek gölgede kurutulması ile elde edilmektedir. Ardından jelatin veya kağıt ambalajla sarılarak kavanozlara konulur. Küflendirilemeyecekse soğuk dolaba, küflendirilecekse oda koşullarında olgunlaştırılmaya bırakılır. Ayrıca, misket büyüklüğünde şekil verilmesi ve kurutulmasından sonra kavanozlara konularak zeytinyağı içerisinde muhafaza da edilebilmektedir (Şahin, 2012).

### **Mahreç işareti almış Antakya Sürkü'nün üretimi;**

Çökelek peyniri; çiğ inek sütü süzöldükten sonra, kaynama sıcaklığına kadar ısıtılır (endüstriyel olarak 90-95 °C /5-15 dakika). Isıl işlem görmüş süt 40-45°C sıcaklığa kadar soğutulur ve yoğurt mayası ile %1-3 oranında mayalanır. Daha sonra 40-45 °C sıcaklıkta 3-5 saat kadar inkübe edilir (yerel tabir ile uyutulur). Böylece yoğurt elde edilir. Elde edilen yoğurt bir veya birkaç gün buzdolabı koşullarında (4-7°C) dinlendirilir. Daha sonra yoğurt 1:1 oranında (1 kg yoğurt için 1 kg su) sulandırılarak ayrana işlenir. Ayranın yayıklanması ile yayık tereyağı ve yayık ayranı elde edilir. Daha sonra yayık ayranı endüstriyel uygulamalarda çift cidarlı tanklarda 90-95°C'ye kadar, evlerde ise tencerelerde kaynama sıcaklığına kadar karıştırılmadan ısıtılır. Bu aşamada yüzeyde pıhtı oluşur (asit-ısı

pıhtısı). Elde edilen pıhtı yüzeyden bir süzgeç yardımı ile toplanır, süzme bezlerinin içine alındıktan sonra baskıya alınır. 5-6 saat kadar baskıda kalan ve fazla suyu uzaklaştırılmış pıhtıya "Çökelek" adı verilir.

Antakya Sürkü'nün üretimi: Çökeleğe baharat karışımı; kekik (%8-14), yenibahar (%11-40), karanfil (%3-8), mahlep (%8-9), kimyon (%5-14), karabiber (%5-8), tarçın (%0-13), zencefil (%0-10), fesleğen (%0-2), rezene (%0-2), çörekotu (%0-2), pul biber (%0-2), kişniş (%0-5) ve Hint cevizi rendesi (%0-5) eklenir. Bu baharat karışımından çökeleğe %0,1-0,3 oranında ilave edilir. Ayrıca %1-3 oranında tuz, isteğe bağlı olarak 1 kg çökelek için bir diş sarımsak ve yine isteğe bağlı olarak %1 oranında biber salçası eklenerek yoğrulur. Homojen hale getirilen kitleden avuç büyüklüğünde parçalar alınır ve el ile konik veya armut şekline getirilir. Antakya Sürkü daha sonra üzerine ince bir tülent bez örtülerek gölge bir yerde çevre sıcaklığında kurumaya bırakılır (TSE, Antakya Sürkü. Antakya Çökeleği, Mahreç İşareti , 2018). Sürk peynirinin üretimi Şekil 14'te verilmiştir.



a) Çökelek ve Diğer  
Bileşenlerin  
Karıştırılması



b) Porsiyonlama



c) Şekil verme  
e



d) Geleneksel Konik  
Şekil

e) Misket şekilli

f) Zeytinyağı İçinde  
Muhafaza

#### Şekil 14. Sürk Peyniri Üretim Aşamaları

Ördek ve Öksüztepe (2016), Hatay ilinde satılan taze, küflü ve cam kavanozda zeytinyağı içinde muhafaza edilen toplamda 60 örneği incelemişlerdir. Bu çalışmada taze, küflü ve zeytinyağında muhafaza edilen Sürk peyniri örneklerinde ortalama olarak sırasıyla toplam mezofilik aerob bakteri sayısı 7.60, 8.05 ve 5.82; maya ve küf 4.32, 6.42 ve 1.43; *Lactobacillus-Leuconostoc-Pediococcus* 5.85, 6.85 ve 3.87; laktik streptokoklar 6.41, 6.66 ve 3.76; koliform 1.87, 2.04 ve 1.17; *Enterobacteriaceae* 2.99, 2.58 ve 1.52; *Staphylococcus-Micrococcus* 3.30, 2.37 ve 1.73; *E. coli* 2.29, 1.52 ve 1.04; *S. aureus* 1.35, 1.93 ve 1.48 ve anaeroblar ise 1.22, 1.03 ve 1.15 log<sub>10</sub>kob/g seviyesinde bulunduğunu bildirmişlerdir. Kimyasal analizler sırasıyla ortalama pH 4.49, 5.25 ve 5.34; asitlik (% laktik asit cinsinden)

%1.04, %1.62 ve %0.86; kurumadde %39.27, %46.91 ve %58.56; kurumadde de tuz %5.39, %8.41 ve %4.37; protein %17.56, %19.45 ve %26.68; kül %4.42, %5.90 ve %3.95; yağ %9.90, %8.81 ve %17.56; aw değeri 0.90, 0.81- ve 0.91 olarak bulmuşlardır. Duyusal olarak taze Sürkler 87.59, küflü Sürkler 68.49 ve zeytinyağında muhafaza edilen Sürkler ise 91.80 toplam puan aldıklarını bildirmişlerdir.

Şenol ve Elvan (2015), Hatay piyasasından temin ettikleri 29 adet Sürk peynir iörneğinin bazı kimyasal özellikleri ile mineral madde içeriğini tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre ortalama kurumadde değerini %42.91, kül değerini %6.19, yağ değerini %4.30, protein değerini %20.42, tuz değerini %4.20, pH değerini 5.01 ve asitlik değerini %1.33 (%laktik asit cinsinden) olarak bulmuşlardır. Peynir örneklerinin Mn, Fe, Cu, Zn, Mg ve Ca miktarlarının değişim aralığı sırasıyla 0.42-1.20, 1.95-45.71 0.58-5.66 2.26-15.37, 91,70-522.52, 429.21-4094.40 mg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Sürk ve Çökelek peyniri kahvaltılarda sade olarak zeytinyağı eşliğinde sofralarda yerini aldığı gibi, sürk salatası veya biberli ekmek harcına eklenmesi şeklinde tüketilmektedir. Çökelek peyniri, Carra peyniri üretiminde kullanıldığı gibi, kekik ve tuz ile karıştırılıp kavanozlara veya çömleklere basılabilmektedir.

## 2.2. Carra Peyniri

Geleneksel Carra peyniri daha çok keçi sütünden, keçi sütünün yetersiz olduğu mevsimlerde ise çiğ inek sütünden yapılan peynir ile yoğurttan elde edilen çökelek, çörek otu ve kekik karışımının sırlı küplere basılmasıyla üretilmektedir. 3 ay toprağa gömülerek olgunlaştırılan peynir Carra peyniridir.

Peynir üretimi; çiğ inek sütü/keçi sütü 29-30°C'ye getirilir, 50 ile 60 dakikada mayalanacak şekilde maya ilave edilir. Pıhtı kırılır ve bir tülbentte süzülür. Bohça şeklinde bağlanan tülbent kendi haline bırakılır veya az bir baskı ile 30 dakika peynir altı suyunun uzaklaştırılması sağlanır. Oluşan teleme 4\*4\*1 cm boyutlarda kesilir, bir kat peynir bir kat tuz olacak şekilde kuru tuzlama yapılır. Tuzlanan peynirler birkaç gün oda sıcaklığında bekletilir.

Çökeleğin üretimi; Carra peynirinde kullanılacak çökelek inek sütünden elde edilen yoğurttan üretilir. Yoğurt 1:1 ölçülerde sulandırılır ve yayıktan yağı alınır. Ayran 5 dakika kaynatılır ve oda sıcaklığına soğuması beklenir. Tülbentlere alınan çökeleğe %4-5 oranlarında tuz ilave edilir, tülbent bağlanır üzerine baskı konarak 1 gün bekletilir. Daha sonra çökeleğe %0.5-1 oranlarında kurutulmuş kekik (zahter) ilave edilir ve homojen olacak şekilde karıştırılır.

Geleneksel Carra peynirinin yapılması; Carra denen sırlı testilere önce biraz tuz, sonra çökelek daha sonrada hazırlanan peynir basılır. Peynir/çökelek oranı 3/1 veya 1/1'dir. Sıkı bir şekilde bir çökelek bir peynir olacak şekilde doldurulan testiler ters çevrilip, birkaç gün fazla



suyu akması sağlanır. Daha sonra testinin ağına biraz tuz ve zahter ilave edilir. Testinin ağzı bir bezle kapatılır. Daha sonra testinin ağzı bir harçla (tuz, kül, su ve zeytinyağından oluşan) kapatılır. Bu harç kurduktan sonra temiz ve serin bir toprağa testinin ağzı aşağıya gelecek şekilde gömülür (Güler, 1999). Carra peynirinin üretimi Şekil 15’de verilmiştir.

Ne yazık ki Geleneksel Carra peyniri üretim metodu köylerde hane halkının kendi ihtiyacı için kullanılmaktadır. Ticari üretimde plastik kovalara, taze (çoğu Hatay Köy Peyniri) peynir ve çökelek basılarak, toprağa gömmeden soğuk hava depolarında 3 ay gibi bir olgunlaştırma yapılmadan üretilmektedir. Ayrıca, üretimde keçi sütü kullanımı nerdeyse hiç kalmamıştır. Keçi sütüne ikame inek sütü kullanılmaktadır (Edibe GÜMÜŞ, kişisel iletişim, 11 Şubat 2019).



a) Çökelek Peyniri



b) Taze Peynir



c) Küplere Dolum



d) Küplerin Ağzının Kapatılması

### Şekil 15. Carra Peyniri Üretim Aşamaları

Güler (1999), Hatay'ın yöresel Carra peynirinin geleneksel üretim yöntemini incelemiş ve piyasa örneklerinin (30 adet) fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini belirlemiştir. Araştırmada ortalama pH, titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden), kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, protein, tuz, kurumaddede tuz değerlerini sırasıyla 5.63, %0.85, %53.43, %24.86, %46.65, %18.87, %8.84, %16.74 olarak tespit ettiğini bildirmiştir.

Gülyüz (2009), Antakya piyasasından tedarik edilen Carra peynir örneklerinde yaptığı çalışmada, peynirlerde 60'a yakın uçucu bileşen (21 ester, 8 keton, 7 alkol, 4 lakton, 3 fenolik bileşik, 1 terpen, 1 sülfürlü bileşik ve 13 yağ asiti) saptamıştır. Peynirlerin uçucu ve aroma aktif bileşenleri arasında büyük bir varyasyon bulunmasına rağmen, nötral/bazik fazda saptanan etil bütanoat, 2-pentanol, 3-metil-2-bütanol, etil oktanoat, 2-izobütil-3-metoksipirazin ve asidik fazda

saptanan propanoik, bütanoik, 3- metilbütanoik, pentanoik, hekzanoik ve oktanoik asitlerin Carra peynirinin aromasını karakterize edebilecek bileşikler olabileceği belirlemiştir.

### **2.3. Yoğurt Peyniri**

Genel olarak Yoğurt peyniri, kaynayan süte bir miktar yoğurt eklenmesi, üste biriken pıhtının süzülmesi ile elde edilen peynirin salamurada saklanması veya rendelenip tuz ve çörekotu eklenerek bidonlara/çömleklere basılarak soğuk ortamda muhafaza edilmesi prensibine dayanmaktadır. Başlangıçta kullanılan süt-yoğurt oranı üretim yerine ve üreticiye göre değişiklik göstermektedir. Ülkemizde yoğurt kullanılarak üretilen peynirler, sert peynirler sınıfında olmakta ve genellikle taze olarak tüketilmektedir. İsimleri üretildiği yerlere göre değişiklik gösteren bu tip peynirlerin genel olarak “Yoğurt peyniri” olarak adlandırılması uygun olmaktadır. Bu peynirlerin endüstriyel olarak üretimi yapılmamakta, genellikle evlerde veya küçük ölçekli işletmelerde üretilerek yerel marketlerde satışa sunulmaktadır. Hatay’da “Yoğurt peyniri” ve Mersin’in Tarsus ilçesinde “çörekotlu köy peyniri” ismiyle üretimi yapılan Yoğurt peynirinin kökenin Suriye ve Lübnan gibi Arap ülkeleri olduğu düşünülmektedir (Yıldırım, 2016; Özbek ve Güzeler, 2017).

Yoğurt peyniri üretiminde öncelikle yoğurt üretimi gerçekleştirileceğinden çiğ inek sütü ısıtma tabii tutulur ve  $44 \pm 1^\circ\text{C}$  'de %3 oranında yoğurt ilavesi yapılarak pH 4.7 olana kadar  $44 \pm 1^\circ\text{C}$  'de inkübasyona bırakılır. pH 4.7'ye ulaştığında üretilen

yoğurt  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanır. Yoğurt üretimi tamamlandıktan sonra yoğurt peyniri üretimi için çiğ inek sütü kaynatılır ve kaynayan süte yoğurt ilavesi yapılarak 10 dakika boyunca süt ve yoğurdun birlikte kaynaması sağlanmakta ve sonrasında oda sıcaklığına soğutulmaktadır. Bez torbalara alınan pıhtı, baskılanarak peynir altı suyu uzaklaştırılmakta ve kalıplar halinde kesilmektedir (Yıldırım, 2016). Yoğurt peyniri üretimi Şekil 16'da verilmiştir.

Hatay piyasasında  $8\times 12$  cm boyutlarında dikdörtgen kalıplar halinde satışa sunulan 17 farklı Yoğurt peyniri örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlendiği bir araştırmada ortalama pH, titrasyon asitliği, kurumadde, nem, yağ, protein, tuz ve kül değerlerini sırasıyla  $5.94\pm 0.223$ ,  $0.50\pm 0.212$ ,  $47.37\pm 2.654$ ,  $52.63\pm 2.654$ ,  $21.26\pm 3.433$ ,  $24.55\pm 2.321$ ,  $0.60\pm 0.451$ ,  $2.26\pm 0.514$  olduğu bildirilmiştir (Say, Çayır ve Güzeler, 2017)

Özbek ve Güzeler (2017), farklı oranlarda yoğurt ilave (%20, %30, %40 ve %50) ederek ürettikleri Yoğurt peynirleri üzerine yaptıkları çalışmalarında; pH, titrasyon asitliği, kurumadde, yağ, kurumaddede yağ, toplam azot, protein, kurumaddede protein, tuz ve kurumaddede tuz gibi değerlerini belirlemişlerdir. Bu değerlerin sıra ile pH için 4.86 ile 5.55, titrasyon asitliği (% laktik asit) için %0.52 ile 0.89, kurumadde için %45.21 ile 50.02, yağ için %14.33 ile 18.83, kurumaddede yağ için %31.71 ile 43.44, toplam azot için %4.31 ile 4.77, protein için % 27.51 ile 30.49, kurumaddede protein için % 57.60 ile 62.75, tuz için %1.03 ile 1.61 ve kurumaddede tuz için %2.17 ile 3.64 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca; SÇA için

%0.11 ile 0.22, olgunlaşma derecesi için %2.57 ile 4.78, %12 TCA'da çözünen azot için %0.01 ile 0.02, %5 PTA'da çözünen azot için %0.05 ile 0.07, kazein azotu için %4.20 ile 4.55, Proteoz-pepton azotu için %0.08 ile 0.20, toplam serbest aminoasit (mg Leu/100 ml) için 0.50 ile 1.44 arasında tespit edildiğini bildirmişlerdir. Duyusal değerlendirmeler sonucunda en çok beğenilen peynirin %30 oranında yoğurt ilaveli peynir olduğunu saptamışlardır.

Yoğurt peynirleri taze olarak Hatay'da dikdörtgen kalıplar şeklinde satışa sunulmaktadır. Tüketici tercihinin göre taze olarak veya salamurada bekletilerek tüketilebildiği gibi, rendelenip isteğe göre tuz ve çörek otu ile beraber kavanozlara basılarak da tüketilmektedir. Ayrıca künefe, peynirli helva ve taş kadayıfında tuzsuz olan çeşidi kullanılmaktadır (Say vd., 2017).



a) Yoğurt Üretimi



b) Kaynayan Süte  
Yoğurt İlavesi



c) Tuz İlavesi  
(isteğe bağlı)



d) Pıhtının Süzülmesi



e) Baskıya Alma



f) Baskılamanın Sonlanması



g) Kalıplara Kesme



h) Peyniraltı Suyu İlavesi



i) Kalıpların Rendelenmesi ve Kavanozlara Dolum

## Şekil 16. Yoğurt Peyniri Üretimi

### SONUÇ

Hatay ilinde bu kadar çeşitli peynir üretimi kültürel, endüstriyel ve gastronomi turizmi konularında tek başına başlı başına bir değerdir. Bulunduğu coğrafya, kültürel alış-veriş, mülteci hareketleri gibi hususlar bu çeşitliliğin zaman içinde artmasını da sağlamaktadır. Bu değerın yaşatılması Gastronomi Şehri unvanıyla Yaratıcı Şehirler Ağında yer alan Hatay'ın mutfağının sürdürülebilirliğini mümkün kılacaktır. Bunu sağlarken, peynir üretiminde geleneksel üretime sadık

kalınması veya geliştirilmesi önemli bir husustur. Hatay peynirlerine olan talep artıkça, herhangi bir standart olmadığından geleneksel peynirlerde kalite düşmekte ve bu peynirler endüstriyel üretime kontrolsüz olarak adapte olduğundan geleneksel kimliklerini kaybetmektedirler. Geleneksel ürünlerin kimliklerini koruma altına almak, bunun için Coğrafi İşaret çalışmaları önem arz etmektedir. Bunları yapabilmek için gerekli akademik alt yapının oluşturulması amacıyla, özellikle Hataya özgü Sürk, Carra, Künefe, Sünme, Ezme gibi peynirler üzerine akademik çalışmaların yapılması ve teşvik edilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akın, M.S., Akın, B.M., ve Dölek, P. (2010). Adıyaman Şuji peynirlerinin kimyasal ve bazı mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. 1. Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar” Sempozyumu, 15-17 Nisan 2010, Tekirdağ, 268-270.
- Ayyıldız, S. ve Şahingöz, S.A. (2018). Gastronomi turizminde geleneksel peynirlerin yeri; Giresun ili örneği. 4. Uluslararası Türk Dünyası Turizm Sempozyumu / 19-21 Temmuz 2018 / Kastamonu.1 Mart 2019 tarihinde [https://www.researchgate.net/publication/326571629\\_Gastronomi\\_Turizminde\\_Geleneksel\\_Peynirlerin\\_Yeri\\_Giresun\\_Ili\\_Ornegi](https://www.researchgate.net/publication/326571629_Gastronomi_Turizminde_Geleneksel_Peynirlerin_Yeri_Giresun_Ili_Ornegi) adresinden erişildi
- Çakşırılı Peynir (2019). <https://www.trthaber.com/haber/yasam/sifali-peynire-ilgi-fazla-12068.html>,Erişim Tarihi:14.01.2019
- Çayır, M.S. (2018). İnek, keçi sütü ve karışımlarından üretilen Hatay Köy peynirlerinin depolama süresince bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Çayır, M.S. ve Güzeler N. (2014). Hatay Köy peynirinin fizikokimyasal özellikleri. 4. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Adana, Türkiye, 17-19 Nisan 2014, ss.86-89
- Ergin, D.B ve Koca, N. (2019). Toprağa gömerek veya buzdolabı koşullarında olgunlaştırmanın Sivas Küp peynirinin özellikleri üzerine etkisi. *Gıda* (2019) 44 (2): 248-259 doi: 10.15237



- Gülyüz, S. (2009). Carra peynirinin aroma profilinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Gün, İ., Avcı, U. ve İnal, M. (2010). Karına basılarak muhafaza edilen geleneksel süt ürünleri. 1. Uluslararası “Adriyatik’ten Kafkaslar’a Geleneksel Gıdalar” Sempozyumu, 15-17 Nisan 2010, Tekirdağ, 261-264.
- Güler, B.M. (1999). Hatay yöresi Sürk (küflü çökelek) ve Carra (testi) peynirlerinin üretim, özellikleri ve standardizasyon olanakları üzerine bazı araştırmalar. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Günay, S.A., 2019. Hatay ilinde farklı yöntemler ile üretilen Künefe peynirlerinin kalite özellikleri. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Hatay Ezme (2019). <http://apelasyon.com/Yazi/594-yoresel-peynirler-vi---akdeniz-bolgesi?bul=Kekik>. Erişim Tarihi: 28.06.2019
- Hayaloğlu, A.A (2008). Türkiye’nin peynirleri – Genel bir perspektif. Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, 729-732.
- Işın P.M. (2008). Türk tatlıları tarihi, 2. Baskı, İstanbul, Yapı kredi yayınları.
- Kamber, U. (2008). The traditional cheeses of Turkey: Mediterranean region. Food Reviews International, 24:119–147 ISSN: 8755-9129 print / 1525-6103 online.

- Karaca, O.B. ve Güven, M. (2004). Hatay sünme peynirinin yapılışı, kimyasal ve duyuşsal özellikleri. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 236-241, Van.
- Karaca, O.B., Güven, M., Mutluer, U. ve Saydam, B.İ. (2008). Hatay Künefe peynirinin yapılışı ve özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi, 745-748, Erzurum.
- Karaca O.B., Saydam, İ.B., Güven, M. ve Güzeler, N. (2009a). Hatay Dil Peynirinin Bazı Kalite Özellikleri', II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, Van, pp. 734-738.
- Karaca O.B., Saydam, İ.B., Güven, M. ve Güzeler, N. (2009b). Hatay Ezme peynirinin bazı kalite özellikleri. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 27-29 Mayıs 2009, 153-157, Van.
- Mutluer, U. ve Güven, M. (2010). Uygulanan bazı farklı işlemlerin Sünme peynirinin özellikleri üzerine etkisi. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*. Yıl:2010 Cilt:22-3.
- Ors, H. ve Sürmeli, P. (2016). Kültürel pazarlarda rekabet gücü aracı olarak örtülü bilginin somutlaştırılması: Antakya örneği. *Global Business Research Congress (GBRC)*, May 26-27.
- Özbek, Ç. ve Güzeler, N. (2017). Yoğurt peyniri üretiminde kullanılan yoğurt miktarının peynirin bazı özelliklerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(1):35-38.
- Ördek, R. ve Öksüztepe, G. (2016). Hatay ilinde satılan Sürklerin kaliteleri üzerine araştırmalar. *F.Ü.Sağ.Bil.Vet.Derg.*; 30 (1): 13 – 21.

- Say, D., Soltani, M., & Guzeler, N. (2011). Dairy products made from sheep and goat's milk in Turkey. *Special Issue of the International Dairy Federation* 1201, p.73-76.
- Say, D., Çayır M. & Güzeler N. (2015). Yoghurt Cheese production and consumption types. The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, Sarajevo, BOSNA HERSEK, 1-4 Ekim 2015, pp.210-210
- Say, D., Çayır M. & Güzeler N. (2016). Production method and some properties of salted Künefe cheese. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*, 2016, Volume: 30, Number: Special Issue, 454-457.
- Say, D., Çayır M. & Güzeler N. (2017). Chemical and sensory properties of acid-type cheese: Yogurt cheese. The 13th Annual Meeting. Durable Agriculture \_ Agriculture Of The Future, Craiova, Romanya, 9-10 Kasım 2017, pp.15-15.
- Şener, T., Kolukırmık, C. ve Eti, S. (2010). Geleneksel gıdalarda pazarlama ve girişimcilik: Tekirdağ peynir helvası örneği. Uluslararası 2. Trakya bölgesi Kalkınma- Girişimcilik Sempozyumu, 47-57, 1-2 ekim 2010, Kırklareli.
- Şahin, K., 2012. Hatay mutfak kültürü ve yemekleri, Hatay Valiliği, ISBN 978-605-359-871-8
- Şenol, K. ve Elvan, O. (2015). Geleneksel Sürk peynirinde bazı karakteristik özelliklerin belirlenmesi. *Academic Food Journal / Akademik Gıda*. nis-haz2015, Vol. 13 Issue 2, p135-139. 5p.

- Tarakçı, Z., Durmaz, H., Sağun, E. ve Aygün, O. (2004). Hatay Sıkma peynirinin kimyasal özellikleri ile proteoliz ve lipoliz düzeylerinin araştırılması. *Vet. Bil. Derg.*, (2004), 20, 1 : 53-59
- Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği (2015). Tebliğ no: 2015/6, Resmî Gazete Tarihi: 08.02.2015 Resmî Gazete Sayısı: 29261
- TSE, Antakya Sürkü. Antakya Çökeleği (2018). Mahreç İşareti, No:330
- Üçüncü, M. (2008). A'dan Z'ye Peynir Teknolojisi. Cilt I. Ege Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, İzmir, 1240s.
- Yıldırım, Ç. (2016). Yoğurt Peyniri Üretiminde Kullanılan Yoğurt Oranının Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Yumuşak, H. (2017). Coğrafi konumunun turizme etkisi: Hatay örneği. *International West Asia Congress of Tourism Research* (iwact 2017), 28 sept – 01 oct 2017, Van.



## **BÖLÜM 8:**

### **SIVAS İLİ İÇİN GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ TASARIMI**

Doç. Dr. Ahmet FERTELLİ<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği,  
Sivas, Türkiye. fertelli@cumhuriyet.edu.tr



## GİRİŞ

Gelişen teknoloji ve insan ihtiyaçlarının elektrik tüketimini hızla artırmasıyla dünyadaki petrol, doğalgaz ve kömür gibi enerji kaynaklarının zamanla azalmaya başlaması, enerji kaynakları üzerindeki yeni arayışların kaçınılmaz olmasına sebep olmuştur. Ülkemizde de az miktarda petrol ve yeterince kömür rezervleri bulunmakla beraber enerji ihtiyacının tamamen karşılanması için yeterli değildir ve ithalat ürünleri içerisindeki en büyük payı enerji giderleri oluşturmaktadır. Bu nedenle enerji üretiminde yeni ve yenilebilir enerji teknolojilerinin yerli ve milli imkânlarla üretilip kullanılabilir hale getirilmesi, rüzgâr, güneş, biokütle gibi yenilebilir enerji kaynaklarındaki önemli potansiyelin kullanılması çok önemlidir.

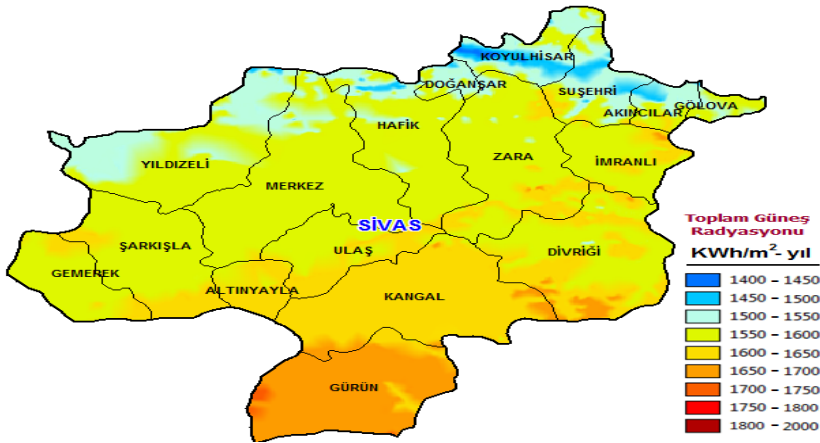
Fotovoltaik teknoloji ile güneş enerjisinden elektrik elde edebilen güneş pillerinden oluşan panellerin uygun olan tüm bölgelere yerleştirilmesiyle, mesken ve endüstri için gerekli olan enerji karşılanabilmektedir. Ülkemizde de güneş enerjisinden daha fazla yararlanmak ve fotovoltaik sistemlerin yaygınlaştırılması için 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu" ve elektrik piyasasında lisansız elektrik üretimine ilişkin yönetmelikleri yayınlanmıştır ( Haydaroğlu ve Gümüş, 2016).

Orta Anadolu bölgesinde bulunan Sivas ilinin bir kısmı Yukarı Kızılırmak havzasında geri kalan kısmı ise Yeşilirmak ve Fırat havzalarında bulunmaktadır. Doğusunda Erzincan, batısında Yozgat, kuzeyinde Giresun, Ordu, Tokat ve güneyinde Malatya,



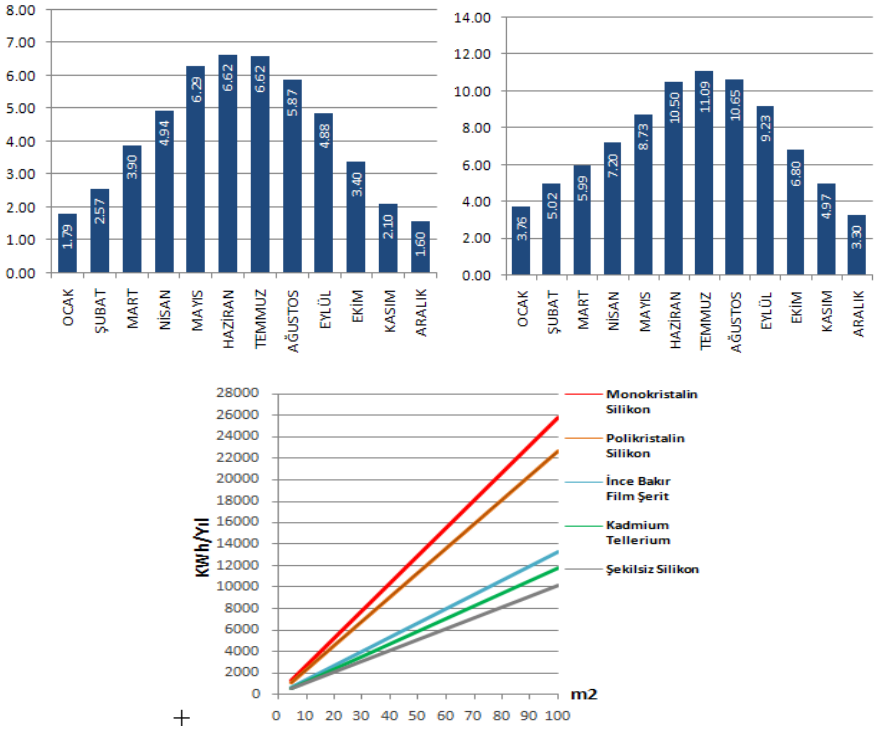
Kahramanmaraş ve Kayseri illerine komşudur. 38 derece 45 dakika kuzey enleminde, 35 derece 27 dakika doğu boylamında bulunmakta ve 1385 rakıma sahiptir (ORAN, 2017). Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise hem yağışlı hem de çok soğuktur ve ortalama 3-5 ay karla kaplıdır.

Sivas'ın güneş enerjisi açısından yüksek güneşlenme sürelerine ve global radyasyon değerlerine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 1). Sivas merkez, Ulaş, Altınyayla, Gürün ve Kangal ilçelerinde yani güney bölgelerinde güneş radyasyon değerlerinin önemli oranda arttığı ve yaklaşık 1650-1700 kWh/m<sup>2</sup> arasında oluştuğu gözlenmektedir.



Şekil 1. Sivas ili için toplam güneş radyasyonu (Gepa, Kaynak:EİE)

Şekil 2’de görüldüğü gibi global radyasyon değerlerinin ve güneşlenme süreleri ilkbahardan yazı doğru artarken, Temmuz ve Ağustos ayları için en yüksek değerlere ulaşıldığı görülmektedir.



**Şekil 2.** Sivas ili için a) Global radyasyon değerleri b) Güneşlenme süreleri c) PV tipi güneş alan üretebilecek enerji (Gepa, Kaynak: EİE)

Sivas’da bulunan aktif santral adedi 29 (25 lisanslı, 4 lisanssız), kurulu güç 997 MW ve yıllık elektrik üretimi 3,829 GWh’dır (Enerji Atlası, 2019). Bu kapasitenin Türkiye’deki kurulu güce oranı % 1,23 düzeyindedir. Çizelge 1’de Sivas ilinde kurulu olan rüzgâr, güneş ve biokütle enerji santralleri gösterilmiştir. Elektrik santralleri içerisinde % 45,8 (457 MW) ile en büyük oran kömürlü, diğerleri ise % 37,7 (375,96 MW) hidroelektrik, % 15 (150 MW) rüzgar, % 1,1 (11,06 MW) güneş ve % 0,3 (2,82 MW) biyogaz santrallerinden oluşmaktadır.

**Çizelge 1.** Sivas ilinde kurulu olan rüzgar, güneş ve biyokütle enerji santralleri (Enerji Atlası, 2019)

<b>Santral Adı</b>	<b>Tesis Türü</b>	<b>Kurulu Güç</b>
Kangal Rüzgar Santrali	Rüzgar	128 MW
Konakpınar RES	Rüzgar	12 MW
Karaçayır RES	Rüzgar	10 MW
Hamal Güneş Enerji Santrali	Güneş	9,00 MW
Sivas İl Özel İdaresi ESK Güneş Enerji Santrali	Güneş	1,00 MW
Marka Grup Güneş Enerji Santrali	Güneş	0,50 MW
Aydın Plastik Güneş Santrali	Güneş	0,36 MW
Altınyayla Güneş Enerjisi Santrali - GES	Güneş	0,20 MW
Sivas Biyokütle Elektrik Üretim Tesisi	Çöp Gazı	2,82 MW

## **YÖNTEM**

Güneş enerjisi santralin yapılacağı bölgenin belirlenmesi ve seçilecek ekipmanların karar verilmesinde simülasyon programlarının kullanılması çok önemlidir (Solak, 2010). Bu sayede doğru üretim, yüksek verim ve maliyet ile ilgili öngörüşlerin tespiti mümkün olmaktadır. Güneş enerjisi simülasyon programlarından en sık kullanılanlardan birisi PVsyst programıdır (Kandasamy vd. 2013). Programda PV sistemlerinin tam tasarımı, şebekeye bağlantı tasarımı, ışınım veri transferi özellikleri, kendi veri tabanında meteorolojik ölçüm değerleri, inverter ve panel çeşitleri bulunmakta ve ekonomik analiz yapabilmektedir.

Bu çalışmada Sivas ili için güneş enerji santrali PV sistemlerinin simülasyon veri analizi, PVsyst simülasyon programı kullanılarak yapılmıştır. Sivas ili için 495,90 kW kurulu güce sahip 3 sistem ele alınmıştır. İlk sistemde panel çeşidi olarak 23 Wp 14 V CIS WSK 0019 ikinci sistemde 30 Wp 14 V sipoly GES P-30 ve üçüncü sistemde ise 34 Wp 10 V si mono SDZ 34 10 kullanılmıştır. Invertör olarak ise ilk tasarlanan sistemde 5 kW 200-500 V 50/60 Hz PVS005T200.5, ikinci sistemde 5 kW 110-530 V 50 Hz 5 kW ve üçüncü sistemde 5 kW 200-550 V 50/60 Hz GES-5 K çeşitleri seçilmiştir. Panellerin eğimi, azimut açısı, etiket gücü gibi parametreler ait belirlenen değerler ise Çizelge 2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 2.** Güneş enerjisi santral tasarımında seçilen parametreler

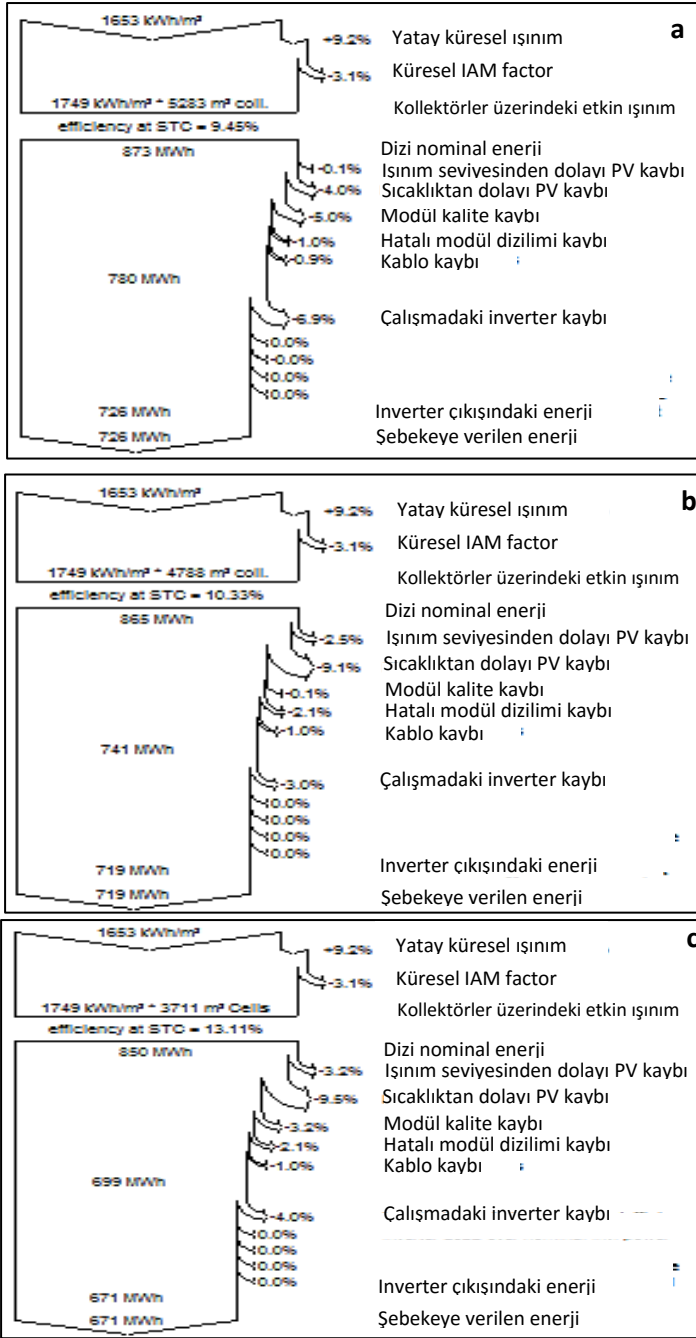
Özellikler	Sistem I	Sistem II	Sistem III
Seçilen panel	23Wp 14 V CIS WSK 0019	30 Wp 14 V sipoly GES P-30	34 Wp 10 V si mono SDZ 34 10
Panel Eğimi	30 derece	30 derece	30 derece
Azimut Açısı	0 derece	0 derece	0 derece
Etiket gücü	23 wp	30 wp	34 wp
Etiket Kurulu Gücü	495,90 KW	495,90 KW	495,90 KW
Invertör çeşidi	5 kw 200-500 V 50/60 Hz PVS005T200.5	5kw 110-530 V 50 Hz 5 KW	5KW 200-550 V 50/60 Hz GES-5 K

## BULGULAR

Simülasyon sonucunda kullanılacak modül adedi, gerekli olan alan, invertör adedi, panel çıkışındaki enerji, invertör giriş-çıkışındaki enerji ve şebekeye verilen enerji değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 3’de gösterilmiştir. Kullanılacak modül sayısı 14586 adet ile en az 3. sistemde ve en fazla invertör adedi 87 olup ilk sistemde kullanılmıştır.

**Çizelge 3.** 3 farklı güneş enerjisi santralinin karşılaştırılması

Özellikler	Sistem I	Sistem II	Sistem III
Kullanılacak Modül Adedi	21560	16527	14586
Panelin kurulduğu alan	5283 m <sup>2</sup>	4788 m <sup>2</sup>	5642 m <sup>2</sup>
Invertör adedi	87	83	81
Toplam yıllık global radyasyon	1653 kwh/ m <sup>2</sup>	1653 kwh/ m <sup>2</sup>	1798 kwh/ m <sup>2</sup>
Panel çıkışındaki enerji	873 Mwh	865 Mwh	850 Mwh
Invertör girişindeki enerji	780 Mwh	741 Mwh	699 Mwh
Invertör çıkışındaki enerji	726 Mwh	719 Mwh	671 Mwh
Şebekeye verilen enerji	726 Mwh	719 Mwh	671 Mwh
Yıllık toplam maliyet	1062327.40 avro/yıl	995483 avro/yıl	982360 avro/yıl



**Şekil 3.** Farklı sistem tasarımları için enerji akış diyagramı a) Sistem I b) Sistem II c) Sistem III

Panel ve invertör çıkışındaki enerji en fazla 1. sistemde 726 MWh olarak hesaplanmış olup, 2. sistemde 719 MWh ve 3. sistemde 671 MWh değerlerinde elde edilmiştir. Ekonomik olarak incelendiğinde en az maliyetli sistemin 3. sistem olduğu aynı zamanda da en az enerji üreten sistem olduğu görülmektedir.

Simülasyonların sonuçlarından elde edilen enerji akış diyagramları Şekil 3’de gösterilmiştir. Güneş enerji santralının kurulu olduğu bölgedeki yatay düzleme gelen küresel ışıyım miktarının 1653 kWh/m<sup>2</sup> olduğu, panel yüzeyine gelen ışıma miktarlarının yerleştirme pozisyonlarında kaynaklı % 9,2 arttığı görülmektedir. En fazla kayıpların % 28 ile 3. sistemde gerçekleşmektedir.

## **SONUÇ**

Tüm dünyada gelişen fotovoltaik teknolojilerle beraber kullanımı artan güneş enerjisi santralleri son on yılda ülkemizde de yerli ve milli enerji üretimi seferberliği ile yoğun olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada, güneş enerjisi santrallerinden en yüksek verim ve en az maliyetle faydalanabilmek için kullanılan simülasyon programlarından PVsyst ile Sivas ilinde kurulabilecek güneş enerjisi santrali için 3 farklı tasarım yapılmıştır. Analiz sonucunda elde edilen enerji çıkış değerleri, kayıp oranları ve detaylı ekonomik analizler sonucunda sistemin yeri, panel çeşidi ile açısı, invertör vb. ekipmanların seçiminin hem verimlilik hem de maliyet değerlerini önemli oranda etkilediği görülmüştür.

## KAYNAKÇA

Güneş Enerjisi potansiyel Atlası (GEPA), (2019).

<http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/pages/58.aspx>

Haydaroğlu, C., Gümüş, B. (2016). Dicle Üniversitesi Güneş Enerjisi Santralinin Pvsyst ile Simülasyonu ve Performans Parametrelerinin Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi. 7 (3), 491-500.

Kandasamy, C.P., Prabu, P. & Niruba, K., (2013). Solar Potential Assessment Using PVSYST Software. Proceedings of the 2013 Int. Conf. on Green Computing, Communication and Conservation of Energy, ICGCE 2013, 667– 672.

ORAN, (2017). Gürün Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Fizibilite Raporu.1-84.

Solak, Ő.Ç. (2010). Fotovoltaik Paneller Yardımı ile Güneş enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretiminin Maliyet Analizi ve Gelecek Projeksiyonu. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

<https://www.enerjiatlası.com/sehir/sivas/>





## **BÖLÜM 9:**

### **TEDARİK ZİNCİRİNDE ÇAPRAZ YÜKLEMENİN ÖNEMİ**

Araş. Gör. Eren KAMBER<sup>1</sup>

Araş. Gör. Melih CAN<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> ALKÜ, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, İşletme Mühendisliği, Antalya, Türkiye. [eren.kamber@alanya.edu.tr](mailto:eren.kamber@alanya.edu.tr)

<sup>2</sup> ALKÜ, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, İşletme Mühendisliği, Antalya, Türkiye. [melih.can@alanya.edu.tr](mailto:melih.can@alanya.edu.tr)



## GİRİŞ

Çapraz yükleme lojistik konuları arasında önemli konulardan bir tanesidir. Firmalara sağladığı maliyet avantajı çalışmada ayrıntılı olarak incelenecek bir konudur. Birçok firma müşterilerine hızlı cevap verebilme, istedikleri ürünlere stoksuz duruma düşmemek için yüksek stoklar bulundurmaya zorunda kalmaktadır. Yüksek stok seviyeleri de işletmelere maliyet olarak geri dönmektedir. Stok seviyelerini azaltmak için izlenen stratejiler birisi çapraz yüklemidir (Bienert ve diğ., 2017).

1980'li yıllarda çapraz yükleme çalışmalarını görülmeye başlanmış, Wal-Mart firması bu hususta öncü olan firmalardan olmuştur. Farklı tedarikçilerden gelen küçük siparişler dağıtım merkezlerine getirilerek daha büyük dağıtım araçlarına yüklenmiş, bu mantıkla çapraz yükleme uygulamaları başlamıştır. Güncel olarak, Wal-Mart firmasında dayanıksız malların %90'ı, dayanıklı malların da %35'i çapraz yüklemeyle taşınmakta ve satılmaktadır. Çapraz yükleme ilk olarak meyve sebze, daha sonra da otomotiv sektöründe uygulanmaya başlamıştır (Taşkın, 2018). Çapraz yüklemenin 1980'li yıllarda uygulanmaya başladığı, fakat günümüzde popülerliğini hala koruduğu görülmektedir.

Lojistik faaliyetleri içerisinde tedarik zinciri yöntemleri takip edilmelidir. Çapraz yükleme ürün teslim süreleri ve toplam işletmeye olan maliyetini düşüren bir tedarik zinciri stratejisidir (Hubar, 2006). Bir işletmenin lojistik stratejisi ise, o işletmenin içerisinde bulunduğu tedarik zincirinin yönetilmesiyle ilgili bütün stratejik kararları,

politikaları, planları ve amaçları bünyesinde barındırmaktadır. Lojistik strateji uzun vadeli ve daha yüksek stratejiler ile tedarik zincirinin kapsamlı operasyonları arasında bir köprü oluşturmaktadır (Aydoğmuş vd., 2018). Lojistik stratejilerinin üç temel konu üzerinde dikkatle durması gerekmektedir. Bunlar; maliyetlerin düşürülmesi, asgari sermaye gereklilikleri ve hizmet kalitesinin artırılmasıdır (Erdal, 2018). Çapraz yükleme ya da diğer adıyla çapraz sevkiyat çoğu endüstri dalında uygulanmakta ve tedarik zincirinde maliyetlerin azaltılmasını sağlar. Maliyeti azaltan faaliyetleri de depo masraflarının azalması, işçilik maliyetinin azalması ve stok bulundurma maliyetinin azaltılmasıdır (Konur ve Golias, 2017).

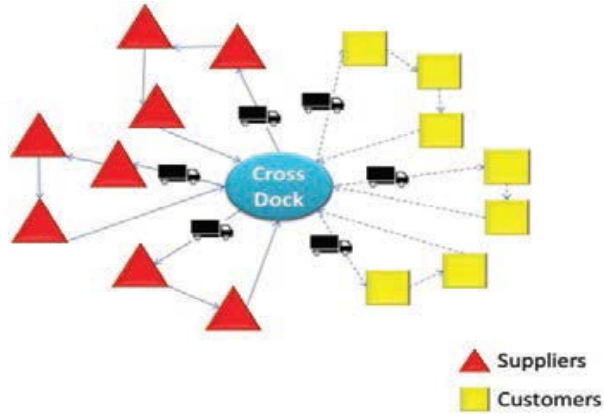
Tedarik zincirinde firmaların ilişkide olduğu tedarikçiler ve müşteriler birbirleriyle bağlantılıdır. Müşterilere istedikleri ürünün zamanında teslim edilmesi için tedarikçilerle işletmenin iletişimini doğru kurması gerekmektedir. Tedarikçilerin tedarik zincirine doğru entegre edilmesi, yani işletmeler stokları azaltarak maliyeti düşürüp yine de müşteri taleplerine hızlı cevap verebilirse entegrasyon sağlanmış olmaktadır. Bu birliktelik, yani tedarikçi, firma, müşteri arası verimli tedarik zinciri ilişkisi çapraz yükleme uygulamalarıyla doğru şekilde sağlanabilmektedir (Birim, 2016). Tedarik zinciri yönetiminde yüksek hacimli stok bulunduran işletmeler ve sektörlerde çapraz yükleme uygulanarak büyük faydalar sağlanmaktadır. Çapraz yükleme uygulamalarıyla birlikte stok seviyesini düşürme stratejileri işletmeye maliyet avantajı oluşturmakta, müşteriye hızlı ürün teslimi ise müşteri memnuniyetini ve ürün kalite değerini arttırmaktadır (Kulwiec, 2004).

Genel olarak, çapraz yükleme tedarik zincirinde stok seviyesinin ve taşıma maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır (Birim, 2016).

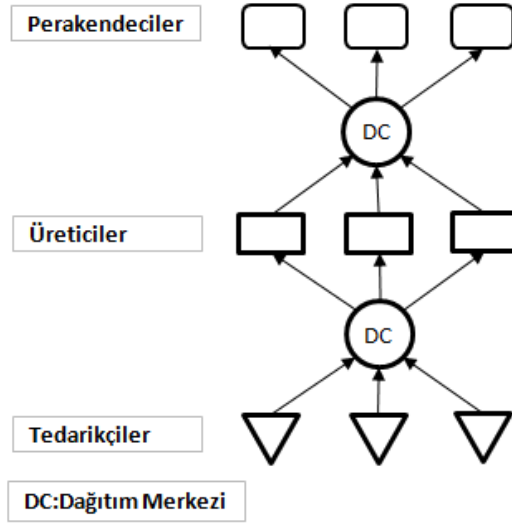
Çapraz yükleme stratejisinin uygulanmasıyla stok bulundurma maliyeti ile müşteri sipariş teslimi çevrim süresi düşmekte ve depo stok alan ihtiyacı azalmaktadır (Goodarzi ve Moghaddam, 2012).

Çapraz yüklemenin uygulamasında başarısını etkileyen faktörler; doğru ürün seçimi, etkin ve güvenilir tedarikçi, tedarik zincirinde güvenilir ve profesyonel hizmet sağlayıcıları, süreç optimizasyonu ve problem çözme becerileri, süreci bağımsız şekilde yönetebilecek yetenekli yönetici ve çalışanlar, doğru bilgisayar sistemi, doğru iş planı olarak sıralanmaktadır (Hanchuan ve diğ., 2013).

Çapraz yükleme uygulamalarında çapraz yükleme merkezleri kurulmaktadır. Kurulan merkezler ürünlerin tedarikçiden çıktıktan sonra müşteriye ya da işletme tesislerine tesliminden önce ayrıştırılıp gruplandırılarak gönderilmesini sağlamaktadır (Birim, 2016). Şekil 1’de örnek çapraz yükleme merkezi genel işleyişi, tedarikçiden müşteriye giden ürünün önce çapraz yükleme merkezine uğraması gösterilmektedir. Şekil 2’de ise tedarik zincirinde ürünlerin sevkiyatının tedarikçiden başlayıp önce üreticilere, daha sonra perakendecilere çapraz yükleme merkezlerine uğrayarak taşınması gösterilmektedir.



**Şekil 1.** Çapraz yükleme merkezi (Birim, 2016)



**Şekil 2.** Dağıtım merkezinden yapılan taşıma (Çapraz Yükleme) (Çelepçıkay, 2014)

Şekil 2’de görüldüğü üzere, çapraz yükleme merkezleri paydaşlar arasında köprü görevindedir. Zincirde bulunan her bir paydaş arasındaki iletişimi güçlendirmektedir. Tedarikçiler ve üreticiler

arasında olabildiği gibi, perakendeci ve üreticiler arasında da kurulabilmektedir.

Çapraz yükleme merkezleri gelen ürünün ve merkezden çıkan ürünün senkronize edilmesini, hızlı sevkiyatlarla stok seviyesinin düşürülmesini ve verimli sevkiyatların yapılması sağlamaktadır (Hubar, 2006). Çapraz yükleme merkezleri stok alanı olarak asla düşünülmemeli, ürün ikmal ya da ayrıştırmasının yapılarak nihai müşteriye ulaştırılmasının sağlandığı merkezlerdir (Birim, 2016).

## **ÇAPRAZ YÜKLEME KAVRAMI**

### **1.1 Tanımı**

Konunun daha iyi anlaşılması için çapraz yüklemenin doğru tanımlanması gerekmektedir. Literatürde konu ile ilgili yapılan farklı tanımlamalar şu şekildedir:

Çapraz yükleme, sipariş edilen ürünlerin tedarikçiden müşteriye taşınması sırasında depolarda beklemeden teslim edilmesidir (Kulwiec, 2004).

Çapraz yükleme yine benzer bir ifadeyle, depolama veya stoklama yapmadan taşımacılık olarak tanımlanmıştır. Tedarik zincirinde ürünlerin teslimat hızını ve sağlam teslim edilme oranlarını arttırarak lojistik sistemine fayda sağlamaktadır (Hanchuan ve diğ., 2013).

Çapraz yükleme, ürün veya malzemeyi dağıtım merkezlerinde fazla bekletmeden nihai ulaşım hedefine ulaştıran, bu süreci baştan sonra takip eden, düzenleyen bir yaklaşımdır. Klasik depolama mantığının



aksine, depolarda ürünler limitli sürelerde tutularak ulaşacağı teslim adresine teslimatının gerçekleştirilmesi olarak da anlatılabilmektedir (Goodarzi ve Moghaddam, 2012).

Çapraz yükleme, işletmelere tedarik zincirinde zaman tasarrufu sağlatan ve taşıma maliyetlerini düşürmesi sağlatan bir stratejidir (Salimian, 2013).

Çapraz yükleme, ürünlerin dağıtım noktasında 24 saatten fazla beklememesi şartıyla uygulanmaktadır. Bu yüzden, bazı kaynaklarda tam zamanında dağıtım olarak da tanımlanmaktadır (Salimian, 2013).

Çapraz yükleme, tedarik zincirinde işletmelere maliyet ve zaman kazanımları sağlatan bir stratejidir. Klasik depolama mantığının aksine ürünler depolarda uzun süre bekletilmemekte, depolar ürünlerin sadece dağıtım yapılacak merkezlere iletiminin sağlandığı merkezlere dönüşmektedir. Tedarikçiden gelen ürünlerin hangi dağıtım noktasına gideceği bu transfer noktalarında belirlenmektedir (Ertek, 2010).

Geleneksel depolarda mal kabul, raflama, depolama, malzeme yenileme (ikmal), sipariş toplama, sevkiyata hazırlama ve paketleme süreçleri vardır. Çapraz yüklemede ise sadece mal kabul, bekletme (staging) ve sevkiyat fonksiyonları bulunmaktadır (Ertek, 2010).

Çapraz sevkiyat, ürünlerin dağıtım merkezi boyunca hareketini kolaylaştırmak için kullanılan bir süreçtir (Wall, 2003). Ürünün tedarikçiden müşteriye varıncaya kadar stoklanmadan hareket etmesini sağlamaktadır. Bir veya daha fazla çıkış noktasından, bir veya daha

fazla varış noktasına hareket edecek ürünler, alıcıların isteğine göre sevkiyat anlamında bütünleştirilmekte ya da parçalanmaktadır (Çelepçıkay, 2014).

Klasik depo anlayışında ürünler sırasıyla alınıp depoya konulmakta, depodan çekilmekte, etiketlenmekte, daha sonra nihai müşteriye gönderilmektedir. Çapraz yükleme anlayışı ise depolama yapmak yerine yükleme merkezine kamyonlarla gelen ürünler paletler ya da konteynırlarla ayrıştırılıp siparişlerin varış noktalara uygun kamyonlara yüklenmektedir. Birçok depolama süreci yapılmadan sevkiyat süreci hızlandırılmaktadır (Kurtcan, 2009).

Çapraz yükleme, uzun süreli stoklama yapmadan, ürünlerin belirli dağıtım merkezlerinde toplanarak ayrıştırılması ve hızlıca nakliye edilmesi sürecidir. Depolama ve taşımacılık maliyetlerinin düşürülmesini sağlamaktadır (Ertem, 2016).

## **1.2 Çapraz Yüklemenin Uygulandığı Sektörler**

Çapraz yükleme, Wal-Mart, Asda ve Sears gibi bilinen büyük perakende firmalarında geniş çapta uygulanmaktadır. Toyota ve Mitsubishi firmaları otomotiv sektöründe çapraz yükleme uygulayan firmalar arasındadır. Telekomünikasyon ve elektrik sektörlerinde Ericsson ve National Semiconductor firmalarında çapraz yükleme uygulamaları görülmekte, hazır giyim sektöründe de çapraz yükleme uygulandığından bahsedilebilmektedir. Ayrıca, üçüncü parti lojistik (3PL) firmalarının ve özellikle de eksik kamyon yükü (less than

truckload – LTL) taşıma yapan firmalar da çapraz yükleme uygulamalarından faydalanmaktadır (Ertek, 2010).

Çapraz yüklemenin otomotiv sektöründe gerçekleştirilen uygulamaları aşağıda örnek olarak sunulmuştur;

- Toyota, California’da kurduğu merkezle Japonya’dan gelen yedek parçaların müşterisine 11-25 gün arasında dağıtılmasını sağlamıştır.
- Mitsubishi, Amerika’da İllinois’teki fabrikasının hemen yanında bir çapraz yükleme hizmet binası yapmış, tam zamanında üretim mantığına göre ilgili ürünleri en fazla iki saat içinde her ürünün ambarından ulaştırmayı başarmıştır.
- İngiltere’de Good Year firması ise yaptığı değişikliklerle, stok seviyesini azaltarak, servis hizmetini arttırarak, depo fiziksel alanını genişleterek, işgücünü de yeni oluşan sisteme göre uyarlayarak operasyon maliyetini %12 oranında azaltmış, tedarik zinciri mantığında çapraz yükleme yöntemlerini kullanmaya başlamıştır (Çelepçıkay, 2014).

### 1.3 Çapraz Yükleme Çeşitleri

Çapraz yükleme çeşitleri literatüre göre şu şekildedir:

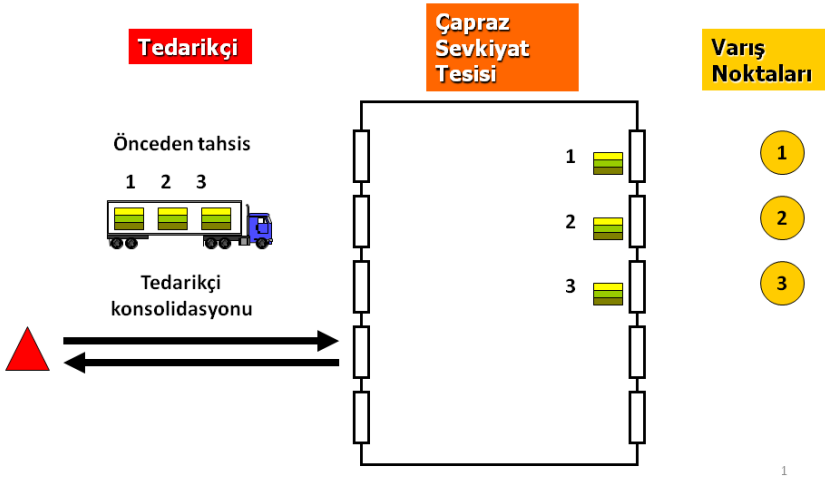
1. Önceden ayrılmış tedarikçilerin birleştirilmesi sistemi ( 1. tip çapraz sevkiyat)
2. Önceden ayrılmış cross docking operatörünün (CDO) birleştirilmesi sistemi ( 2. tip çapraz sevkiyat)

3. Sonradan ayrılan cross docking operatörünün (CDO) birleştirilmesi sistemi ( 3. tip çapraz sevkiyat) (Ertek, 2010).

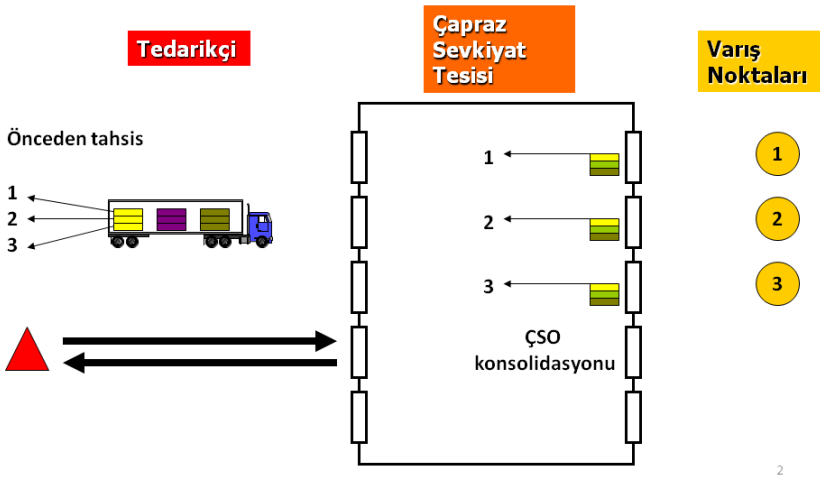
**1. tip çapraz sevkiyat:** Bu tip çapraz yüklemede toplama alanı tektir. Müşteri taleplerine göre ürünler önceden ayrıştırılıp paketlenmekte ve ürün toplama alanına ayrıştırılmış olarak gönderilmektedir. Ara depolama yapılmadan ya da başka dağıtım merkezlerine uğramadan ürünler müşterilerin sevkiyat araçlarına yüklenmektedir. Şekil 3'te şematik olarak 1. tip çapraz yükleme gösterilmektedir.

**2. tip çapraz sevkiyat:** Bu tipte öncelikle ürünler müşteri sipariş miktarlarına göre ayrılıp paketlenip çapraz yükleme merkezine gönderilmektedir. 1. tipte olduğu gibi bu modelde de ara depolama yapılmamaktadır. Çapraz yükleme merkezine gelen ürünler bu merkezde müşterinin siparişlerinin hangi noktasına ne kadar sipariş gideceği bilgisine göre tekrardan ayrıştırılmakta ve sevkiyat araçlarına yüklenmektedir. Şekil 4'te şematik olarak 2. tip çapraz yükleme gösterilmektedir.

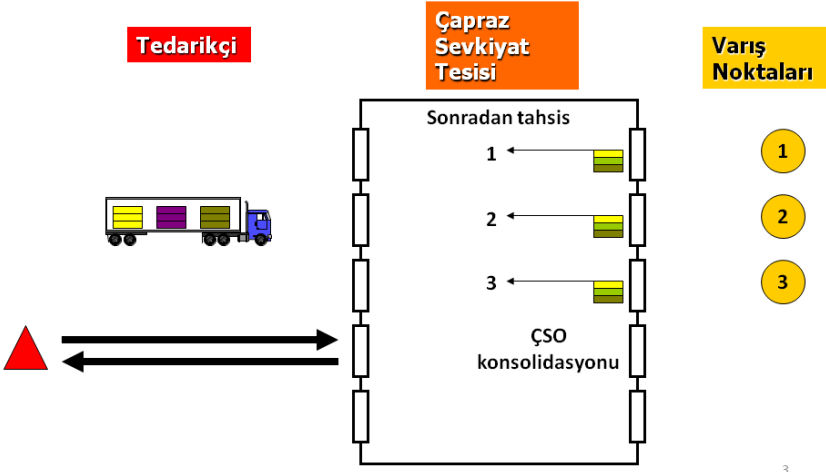
**3. tip çapraz sevkiyat:** İkinci tip sevkiyatın daha kapsamlısı olarak düşünülebilmektedir. İkinci tipten farkı ise, çapraz yükleme merkezine gelen ürünlerin paketlenme, montaj, etiketlenme gibi proseslerinin bu tipte gerçekleştiriliyor olmasıdır. Şekil 5'te şematik olarak 3. tip çapraz yükleme gösterilmektedir (Çelepçıkay, 2014).



Şekil 3 1. tip çapraz sevkiyat (Ertek, 2010)



Şekil 4 2. tip çapraz sevkiyat (Ertek, 2010)



Şekil 5 3. Tip çapraz sevkiyat (Ertek, 2010)

Bir başka sınıflandırma ise literatürde şu şekilde yapılmıştır:

**İmalatta Çapraz Sevkiyat (Yükleme):** Tam zamanında üretim yapan işletmeler sistemini desteklemek için uygulamaktadır. Montaj hattı düşünülürse, montaj yapılırken ihtiyaç duyulan parçalar ve montaj malzemeleri fabrikaya yakınlarda kurulan bir ambardan temin edilmektedir. MRP destekli üretimden hangi parçanın ne zaman ne kadar lazım olacağı bellidir, bu parçalar MRP programı verilerine uygun üretim planlarıyla paralel ambara getirilmektedir. Böylece, gerekli montaj parçalarının stok yapılmasına gerek kalmamaktadır.

**Distribütörde (Dağıtıcı) Çapraz Sevkiyat:** Farklı satıcılardan sağlanan ürünleri aynı nakliyatla birleştirmek için kullanılmaktadır. Örneğin, bilgisayar distribütörleri müşterilerine farklı üreticilerin ürünlerini gönderirken çapraz yükleme merkezlerinde ürünleri eş

zamanlı toplayarak aynı sevkiyatta birleştirip müşterilerine göndermektedir.

**Taşımada Çapraz Sevkiyat:** Farklı müşterilerden gelen nakliyatları birleştirmede kullanılmaktadır.

**Perakendede Çapraz Sevkiyat:** İlgili ürün birden çok satıcı ve bu satıcıların farklı mağazalarına gönderiliyorsa bu sınıf çapraz yükleme yapılmaktadır.

**Fırsatçı Çapraz Sevkiyat:** Herhangi bir ambarda bilinen bir talebi karşılamak için bir ürünü direk limandan alıp gönderime aktarmak için kullanılmaktadır. Bu elemanlarda ana unsurlar, birleştirme ve çoğu zaman bir günden kısa olan aşırı kısa çevrim zamanlarıdır. Kısa çevrim zamanı, bir parça için hedefin daha önceden bilinmesi veya fişle belirlenmesiyle sağlanmaktadır (Çelepçıkay, 2014).

#### 1.4 Çapraz Yükleme Ön Şartları

İşletmelerinin ve tedarik zincirlerinin çapraz yüklemeyi uygulamaları için belirli ön şartları sağlamaları gerekmektedir. Bu ön şartlar maddeler halinde şu şekildedir:

*-Ortaklık gereklilikleri:* Çapraz yükleme, sürecin içindeki bütün paydaşların ortak hareket etmesini ve ortak değerleri benimsemesini gerektirmektedir.

*-Paydaşlar arasında mükemmel iletişim:* Çapraz yüklemenin en önemli unsurlarından birisi sürecin içindeki paydaşların doğru

iletişim içerisinde olmasıdır. İletişimi güçlendirmek için doğru bilgi teknolojilerine yatırım yapılmalı, sistemin de düzgün işlemesi adına kalifiye bilgi işlem yöneticilerine de bu sistemde şirketler tarafından yer verilmesi gereklidir. Örneğin, Wal-Mart satış noktası verisini doğrudan 4.000 den fazla tedarikçisine hızlıca ileten kendi özel uydu sistemine sahiptir.

*-Operasyonlardaki karmaşıklığın doğru yönetilmesi:* Çapraz yükleme nihai ürün ya da malzeme stoklarını azaltmaya yarayan bir stratejidir. Stokların azalması durumunda müşteri taleplerini eksiksiz şekilde karşılayabilmek için şirket içi operasyonlara önem verilmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri boyutunda malzeme akışı oldukça önemlidir, üretimin ya da sevkiyatların gecikmemesi için işgücü, ekipman, makine teçhizat kullanım oranları doğru planlanmalıdır. Kaynaklar etkin kullanılmalıdır. Matematiksel ve sayısal modellere sürekli başvurulmalı, üretimde ya da sevkiyatta yaşanacak aksaklıkların başarısızlıkla sonuçlanacağı unutulmamalıdır.

*-Çapraz yüklemenin maliyetlerinin ve kazanımlarının paylaşılması:* Çapraz yükleme uygulamaları tedarik zincirinde bazı katılımcılar için fayda sağlarken bazı katılımcılar için maliyet ya da farklı riskler oluşturabilmektedir. Stokların ve işgücü maliyetinin azalması ve sevkiyatların hızlanması çapraz sevkiyatı uygulayan firmaya maddi kazanç sağlarırken, tedarikçilerin yeni sisteme uymak için ek teknoloji yatırımları yapmaları gerekebilmektedir. Paydaşlar arasında bu kazançlar



paylaşılmalı, risk ve maliyetler de paylaşılmalı, tedarikçilerin de çapraz yükleme başarısındaki payı unutulmamalıdır. Yani, paydaşlar arasında çapraz yükleme dolayısıyla oluşacak maliyetler, riskler ve kazançların nasıl paylaşılacağına dair bir protokol yapılması gerekmektedir.

*-Kaynak kullanımları üzerinde uzlaşma sağlanması:* Çapraz yükleme merkezine ürün kabulüne gelen kamyonların ve daha sonra sevkiyat için bekleyen kamyonların daha uzun süre beklemesi sağlanarak esneklik kazanılabilmektedir. Bu esneklik çapraz yükleme operasyonuna maliyet katmakta, fakat ekstra maliyet paydaşlar arasında paylaşılırsa esnekliğin sağlayacağı fayda düşünülerek bu maliyete sistemin içindeki paydaşlar katlanabilmektedir.

*-Mükemmel kalite gereklilikleri:* Tedarikçiler ürün kalitesi konusunda ekstra dikkatli olmalıdır, çünkü hızlı ürün akışında kalite kontrol proseslerinin azalması gerekmektedir (Ertek, 2010).

## **1.5 Çapraz Yüklemenin Avantaj ve Dezavantajları**

Çapraz yüklemenin uygulanmasıyla birlikte sisteme dahil olan paydaşlara sağlayacağı avantajlar literatüre göre şu şekilde sıralanabilmektedir;

-Depolama mantığına bir kenara bırakıp stok seviyesinin de düşürülmesini sağlar.

- Sabit stoklardan işletmeleri kurtarır, malzeme akışı hızlanır.
- Ürün teslim sıklığını artırır.
- Ürünler daha sık teslim edilince eksik siparişlerin giderilmesi hızlanmış olur.
- Sipariş toplama ve rafa yerleştirme gibi malzeme elleçleme faaliyetlerinden kurtulunur.
- Envanter hasar görme oranı malzeme elleçlemesinin azalmasından ötürü azalır.
- Depolama azalacağından depo alan gereksinimi de azalır.
- Sevkiyat ödemeleri hızlanır böylece tedarikçiler çapraz yükleme sistemine katılma konusunda daha hızlı ikna edilir (Hubar, 2006).

Salimian ise, 2013 yılında çalışmasında çapraz yüklemenin avantajlarını şu şekilde sıralamıştır:

- Ürünlerin depolanmamasıyla elenmiş olan masraflar, depo teftişi, depolama alanları tasarrufu, sipariş hazırlaması
- Daha hızlı ürün akışı ve gelişmiş müşteri hizmeti
- Ürün elleçlemenin azalması
- Envanterde azalma
- Sayılan maddelerle ilişkili maliyetlerde azalma.

Avantajlarının yanı sıra, çapraz sevkiyatın tedarik zincirinde uygulanmasıyla birlikte işletmeler için oluşabilecek belirli dezavantajlardan da bahsedilmektedir. Bu dezavantajlar şu şekilde sıralanmaktadır:

-Stok dışı kalma riski: Tedarik zinciri genel sorunlarına paralel müşteri ürün taleplerinin bir anda yükselmesi veya değişmesi, tedarikçilerin ihtiyaç anında hammadde ya da malzemeyi bulamaması, sistemselsel ya da herhangi şekilde paydaşlar arasında doğru iletişimin sağlanamaması gibi sorunlar dağıtım merkezinde stok bulundurulmadığı için müşteri taleplerini karşılayamama sorununa yol açabilmektedir.

-Sendika direnişisi: Çapraz yükleme mantığını uyguladıktan sonra stok seviyesinin düşmesi ve işgören sayısındaki azalma trendi, çalışanların değişime karşı direnç sağlamalarına sebep olabilmektedir (Hubar, 2006).

## 1.6 Çapraz Yükleme Uygulama Adımları

Çapraz yükleme uygulama adımları maddeler halinde anlatılmaktadır. Bu adımlar ayrıca Şekil 6 ve Şekil 7’de şematik olarak gösterilmektedir.

1-Çapraz yükleme sorumlusu ve tedarikçiler ürün siparişlerini perakandeciden alır. Eğer uygulanan sistem siparişe göre dayalı değil de tedarikçi kontrollü envanter (Vendor Managed Inventory - VMI) ise satış noktasında yapılan her satış verisi sistem gereği tedarikçiye raporlanır, tedarikçi de gerekli görülen durumda sevkiyata başlar.

2-1. tip çapraz yüklemede tedarikçi hangi mağazadan sipariş aldıysa o mağazaya özel paletleri hazırlar ve etiketler. Siparişe göre çoklu ürün paletleri de oluşturabilir. 2. Tip çapraz yüklemede siparişler çapraz yükleme merkezinde gruplanacağı

için tekli ürün paletleri şeklinde hazırlanır. 3. Tip çapraz yüklemede ise paletlerindeki her paketin hangi mağazalara gideceği bilgisi olmalıdır.

3-Tedarikçi tamamlanan siparişini çapraz yükleme merkezine götüreceği araca yükler.

4-Sevkiyatın yapıldığı bilgisi çapraz sevkiyat sorumlusuna bildirilir.

5-Nakliyecisi çapraz yükleme merkezine varış zamanını çapraz sevkiyat sorumlusuna bildirir.

6-Çapraz yükleme merkezinde gelen siparişin hangi noktada indirileceği belirlenir ve gerekli ekipman ve işgücü hazırlanır.

7-Çapraz yükleme merkezinden perakendeci mağazalarına gidecek ürünlerin yükleneceği alan belirlenir.

8-Sevkiyat öncesi bilgiler (yükleme zamanı, yük tanımı, varış noktası, teslim tarihi ve zamanı) ilgili noktalara bildirilir.

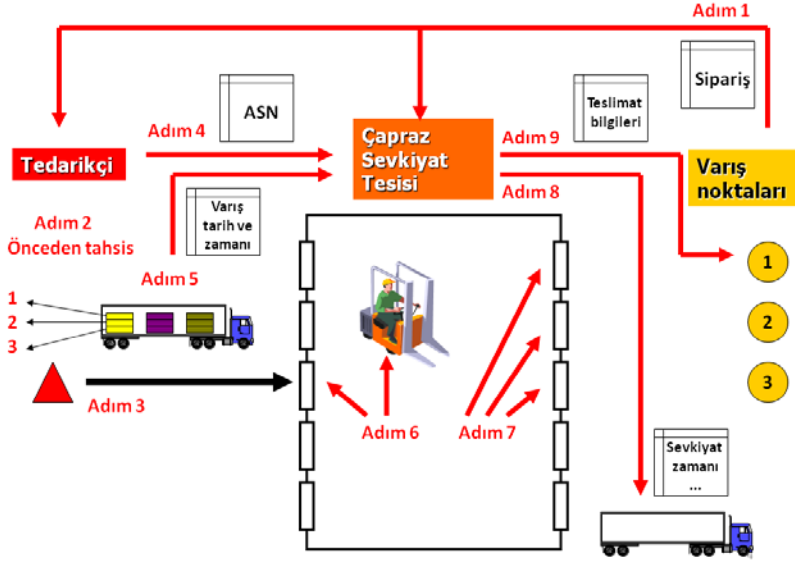
9-Ürün detayları perakende mağazasına iletilir.

10-Tedarikçinin gönderdiği siparişleri çapraz yükleme merkezine gelir.

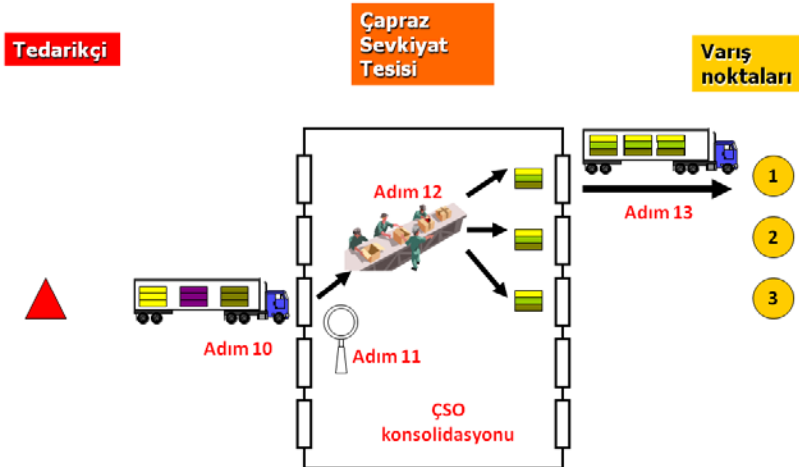
11-Tedarikçi teslimatının bir kısmı siparişinin doğruluğunu teyit etmek için basit testlerle kontrol edilir.

12-1. tip çapraz yüklemede gelen teslimat içindeki paletler direk çıkış noktasına, yükleme araçlarına yönlendirilir ve yüklenir. Diğer yöntemler için paletler ayrıştırılır. 2. tip çapraz yüklemede paletler varış yerlerine göre ayrıştırılır, gruplandırılır. Sonrasında çıkış noktasında teslimatı yapılacak mağazaya göre araçlara yüklenir

13-Sevkiyatı yapacak araç merkezden ayrılır ve mağazalara teslimatını yapar (Ertek, 2010).



Şekil 6 Çapraz yükleme uygulama adımları (Ertek, 2010)



Şekil 7 Çapraz yükleme uygulama adımları (Ertek, 2010).

## 2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Klasik depolama anlayışını kökten değiştiren çapraz yükleme, işletmelere büyük avantajlar sağlamaktadır. Stok seviyelerinin düşürülmesi, sevkiyat hızını arttırılması ve sevkiyat maliyetlerinin düşürülmesi işletmelere sağladığı en büyük avantajlardandır. Maliyet avantajlarının yanı sıra, hızlı sevkiyatlar ve ürünlerin müşterilere zamanında teslim edilmesi işletmelerin satış performanslarını arttıracak unsurlardan biridir.

Tedarik zinciri bütününden düşünüldüğünde, zincirde bulunan her bir katılımcı bu süreçten olumlu şekilde faydalanacaktır. Çapraz yüklemenin uygulanması ile paydaşlar arasındaki iletişim güçlenecek, dolayısıyla ürün teslim süreleri hızlanacağından müşteri memnuniyeti artacaktır.

Çapraz yüklemede kural olarak, yükleme ve dağıtım merkezlerine gelen ürünler maksimum 24 saat beklemektedir. Zaman kısıtları düşünüldüğünde, çapraz yükleme uygularken başarılı olabilmek için iyi organize edilmesi gereken bir sistem kurulmalıdır. Paydaşlar arasında etkin iletişim kurulmalı, sevkiyat planları ayrıntılı şekilde gerçekleştirilmelidir.

Çapraz yükleme işletmelere belirli maliyet avantajları sunmaktadır. Bununla beraber, uygulama sırasında yaşanacak olumsuzluklar veya maliyet artışları bütün paydaşlar tarafından üstlenilmelidir. Paydaşlardan bazıları maliyet avantajı sağlarken, azınlık da olsa bazı paydaşlar sisteme adapte olabilmek için belirli maliyetlere yalnız başına

katlanırsa sistemde uyumsuzluklar yaşanacaktır. Kazanımlar ve maliyetler sistemde eşit paylaşılmalıdır.

Otomotiv sektörü ve süpermarketlerde çapraz yükleme uygulamaları sıkça görülmektedir. Sektörler açısından değerlendirildiğinde, çapraz yükleme uygulamalarının diğer sektörlerde de rahatlıkla uygulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda, sektörel bazda düşünerek, çapraz yükleme uygulamalarını farklı sektörlerde de uyarlamak gerekmektedir.

Bu doğrultuda, gelecek çalışmalarda çapraz yüklemeyi farklı sektörlerde uygulamak için belirli sektörler seçilip, pilot uygulamalar gerçekleştirilebilir.

## KAYNAKLAR

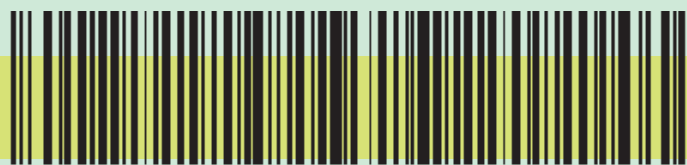
- Bienert G., Kornfeld B. ve Kara S. , (2017), “Delivery lot splitting as an enabler for cross-docking and fast delivery”, *Procedia CIRP*, sayı:63, sayfa:639 – 644
- Birim Ş. , (2016), “Vehicle routing problem with cross docking: A simulated annealing approach”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, sayı: 235, sayfa:149 – 158
- Çelepçıkay Ö., (2014), “A3 Düşünme Yolu ile Çapraz Sevkiyat Tesisinin Geliştirilmesi” , Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı, İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak ayı
- Erdal, H.. (2018). *Lojistik stratejiler (yalın, çevik ve işbirlikli)*. Ekin Yayınevi, Bursa.
- Ertek, G., (2010), “Çapraz sevkiyat için temel bilgiler” *Lojistik*, Sayı: 13.
- Ertem M., (2016), “Türkiye’de Lojistik Sektörü ve Devlet Malzeme Ofisi’nin Durumu”, *Verimlilik Dergisi*, 1. sayı
- Goodarzi A. ve Moghaddam R., (2012), “Capacitated vehicle routing problem for multi-product crossdocking with split deliveries and pickups”, *Procedia - Social and Behavioral Science*, sayı:62, sayfa:1360 – 1365
- Hanchuan P., Ruifang W. ve Feng Z., (2013), “The Research of Logistics Cost and Influencing Factors” , *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, sayı:96, sayfa:1812 – 1817



- Hubar A., (2006), “Dağıtım Yönetim Sistemi Tasarımı ve Yazılım Geliştirme”, Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı, İstanbul Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran ayı
- Konur D. ve Golias M., (2017), “ Loading Time Flexibility in Cross-docking Systems”, *Procedia Computer Science*, sayı:114, sayfa:491–498
- Kulwiec, R., (2004), “Crossdocking as a supply chain strategy”, *Target*, sayı:20(3), sayfa:28–35.
- Kurtcan E., (2009), “Yalın Lojistik Tabanlı Sistemin Bağımsızlık ve Bilgi Aksiyomları Kullanılarak Tasarlanması ve Bir Firma Uygulaması”, Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Programı, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Temmuz ayı
- Salimian M., (2013), “A Mixed Integer Second Order Cone Programming Reformulation For A Congested Location And Capacity Allocation Problem On A Supply Chain Network” , Yüksek Lisans Tezi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Şubat
- Taşkın K., (2018), “Depo ve Dağıtım Merkezi Yönetimi”, Lojistik Yönetimi, Atatürk Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Ünite 3, erişim tarihi (18 Şubat 2018)
- Yumurtacı Aydoğmuş, H., Namlı, E., Aydoğmuş, U. (2018). Strateji ve lojistik strateji. Lojistik stratejiler (yalın, çevik ve işbirlikli). Editör: Erdal, H. Ekin Yayınevi, Bursa.







978-625-7029-59-9

