

“

# İSTATİSTİK

ALANINDA ULUSLARARASI ARAŞTIRMA VE DEĞERLENDİRMELER

*Aralık 2024*

EDİTÖR

DOÇ. DR. FÜSUN YALÇIN

”

**Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana**

**Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi**

**Birinci Basım / First Edition • © Aralık 2024**

**ISBN • 978-625-5955-04-3**

**© copyright**

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

**Serüven Yayınevi / Serüven Publishing**

**Türkiye Adres / Turkey Address:** Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

**Telefon / Phone:** 05437675765

**web:** [www.seruvenyayinevi.com](http://www.seruvenyayinevi.com)

**e-mail:** [seruvenyayinevi@gmail.com](mailto:seruvenyayinevi@gmail.com)

**Baskı & Cilt / Printing & Volume**

Sertifika / Certificate No: 47083

# İSTATİSTİK

Alanında Uluslararası Araştırma ve Değerlendirmeler

ARALIK 2024

EDİTÖR

DOÇ. DR. FÜSUN YALÇIN



# İÇİNDEKİLER

## BÖLÜM 1

### EN KÜÇÜK MEDYAN KARELER YÖNTEMİNİN İNCELENMESİ VE UYGULAMASI

*Ahmet TOY* ..... 1

## BÖLÜM 2

### TAMİR PRENSİBİ ALTINDA ÇALIŞAN BİR TEKNİK SİSTEMİN YENİLENME ANLARIYLA İNCELENMESİ

*Yunus GÜRAL*..... 15

*Mehmet GÜRCAN*..... 15

## BÖLÜM 3

### YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ

*Yasemin SİPAHİOĞLU* ..... 27

*Erol TERZİ* ..... 27

*Ahmet TOY* ..... 27

## BÖLÜM 4

### KAN GRUBU, SAÇ TİPİ, YAŞ FAKTÖRLERİNİN MEDENİ DURUM, SİGARA VE STRES FAKTÖRLERİNE OLAN ETKİSİNİN ODSS YÖNTEMİ İLE HESAPLANMASI\*

*Sümeyye LEVENT* ..... 59

*Nurhan HALİSDEMİR* ..... 59



# BÖLÜM 1

## EN KÜÇÜK MEDYAN KARELER YÖNTEMİNİN İNCELENMESİ VE UYGULAMASI

*Ahmet TOY<sup>1</sup>*

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ahmet.toy@omu.edu.tr  
ORCID ID: 0000-0002-2647-7259

## **1. GİRİŞ**

Regresyon analizi bağımlı ve bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkiyi inceleyen bir yöntemdir. En küçük kareler (EKK) ise normal dağılım varsayımlarının sağlandığı durumlarda en iyi sonuçları veren regresyon analizi yöntemidir. Bu nedenle EKK yönteminin kullanımı oldukça yaygındır. Bununla birlikte normal dağılım varsayımları bazı durumlarda sağlanmamaktadır. Normal dağılım varsayımları sağlanmadığında kullanılmak üzere sağlam regresyon yöntemleri geliştirilmiştir. İstatistik bağlamda sağlamlık (robustness) teriminin ilk olarak kullanımı ise George E.P. Box'un 1953 yılında yayınlanan makalesine dayanmaktadır. Sağlamlık, normal dağılım varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda etkili parametre tahmini yapabilmek olarak ifade edilebilir.

Normal dağılım varsayımları birçok neden ile sağlanamayabilir. Bunlardan birisi veri setinin aykırı değer bulundurmasıdır. Aykırı değer veri setindeki diğer gözlem değerlerine göre beklenmeyen bir değerdir. Aykırı değer veri setinde bulunan diğer gözlem değerlerinden çok küçük veya çok büyük olabilir. Burada önemle üzerinde durulması gereken konulardan birisi de aykırı değerlerin tespiti. Bu nedenle birçok aykırı değer tespit etme yöntemi geliştirilmiştir. Yöntemler farklı olduğundan yöntemlerin tespit ettiği aykırı değerlerde farklı olabilmektedir. Bazen aynı gözlem değerleri aykırı değer olarak tespit edilirken bazen de farklı gözlem değerleri aykırı değer olarak tespit edilmektedir. Dolayısıyla aykırı değerlerin en iyi şekilde tespit edilmesi etkili parametre tahminini güçlendirecektir. Aykırı değerler tespit edildikten sonra bazı yöntemler gözlem değerlerine ağırlıklar vererek tahmin yaparken bazı yöntemlerde aykırı değerleri veri setinden çıkararak tahmin yaparlar. Bu anlamda sağlam regresyonun en önemli konularından birisi aykırı değer varlığında etkili parametre tahmininin sağlanması olmuştur.

Kırılma noktası, bir regresyon analiz yönteminin sağlamlığını incelemeye kullanılan ölçütlerden birisidir. Kırılma noktası, yöntemin direnç gösterebileceği maksimum aykırı değer oranı olarak ifade edilebilir. 1967'de Joseph Hodges kırılma noktası kavramını ilk kez tanımlamıştır. Bu tanımda



tek boyutlu konum tahminicileri yer almaktaydı. Hampel 1971'te Hodges'in tanımının genel bir formülünü vermiştir. Hampel tarafından tanımlanan bu kırılma noktası formülü oldukça matematiksel ve asimptotikti. Daha sonra Donoho ve Huber 1983'te kırılma noktası kavramını yaygınlaştırmıştır (Donoho ve Huber, 1983).

EKK tahmincisi bir aykırı değerden bile etkilendiğinden kırılma noktası  $\frac{1}{n}$  dir. Örneklem  $n$  büyüdükçe,  $\frac{1}{n}$  0'a yaklaşacaktır ve bu nedenle EKK tahmincisinin kırılma noktası da 0'a yaklaşacaktır (Rousseeuw ve Leroy, 1987). Fakat en küçük medyan kareler (EKMK) tahmincisinin kırılma noktası %50'dir ve bu değer olabilecek en yüksek değerdir. Bu nedenle EKMK tahmincisi yüksek kırılma noktasına sahip olan bir yöntem olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada EKMK tahmincisinin sağlamlığı, gerçek bir veri seti kullanılarak incelenmiştir.

## 2. EN KÜÇÜK MEDYAN KARELER YÖNTEMİ

En küçük medyan kareler (EKMK) yöntemi 1984 yılında Rousseeuw tarafından tanıtılmıştır (Rousseeuw, 1984). EKMK yönteminin amacı artık kare değerlerinin medyan değerini minimum yapmaktır. Burada amaç aykırı değerlere karşı etkili sağlam (robust) bir yöntemin elde edilmesidir.

EKMK tahmincisinin amaç fonksiyonu

$$\min_{\beta} \text{med}_i r_i^2 \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

EKMK tahmincisi için farklı algoritmalar geliştirilmiştir. Rousseeuw ve Leroy (1987) tarafından geliştirilen PROGRESS (from Program for Robust reGRESSion) algoritması en çok kullanılan algoritmalarından birisidir. PROGRESS algoritması aşağıdaki gibi çalışmaktadır.

Veri seti için tüm alt kümeler sağlanır. Her bir alt küme EKK uygulanır. Elde edilen artık kare değerlerinin medyan değeri bulunur. En küçük medyan değerli parametre tahmini sonuç olarak ele alınır.

PROGRESS algoritması kullanılarak EKMK tahmini yapmak için veri setine ait alt kümelerin tamamı sağlanmalıdır. Bu durum az gözlem sayısına sahip olan veri setleri zor olmayacaktır. Fakat gözlem sayısının artması ile alt kümelerin tamamının elde edilmesi zorlaşacaktır. Bu yüzden gözlem sayısı fazla olan veri setinden  $p$  gözleme sahip  $m$  alt kümeden birisinin iyi gözlemlerden oluşması olasılığı 1'e yakın olacak şekilde belli sayıda tesadüfi seçim gerçekleştirilir. Seçim sonucunda elde edilen alt kümelerden en az birisinin iyi gözlemlerden oluşması olasılığı:

$$1 - (1 - (1 - \varepsilon)^p)^m \quad (2)$$

şeklinde gösterilir. Burada  $\varepsilon$ , veri setinde bulunan aykırı değer oranını göstermektedir.

Rousseeuw ve Hubert (1997) PROGRESS algoritmasının adımlarını aşağıdaki gibi ifade etmiştir.

- 1) Verilerin girilmesi,
- 2) Kayıp verinin araştırılması,
- 3) Verilerin standartlaştırılması,
- 4) EKK yönteminin uygulanması,
- 5) EKMK hesaplanması,
- 6) Ağırlıklandırılmış en küçük kareler (AEKK) yönteminin sonuçlarının sağlanmasıdır.

Rousseeuw ve Hubert (1997) ifade ettiği ilk 4 adım gerçekleştirildikten sonra 5. Adımda elde edilen EKMK için ölçek tahmini hesaplanmaktadır. Ölçek tahmininin hesaplanabilmesi için öncelikle ilk ölçek tahmini  $s^0$  hesaplanır.

$$s^0 = 1.4826 \left(1 + \frac{5}{n-p}\right) \sqrt{\text{med}_i r_i^2} \quad (3)$$

Ölçek tahmini ( $s^0$ ) kullanılarak, standartlaştırılmış artıklar  $\left(\frac{r_i}{s^0}\right)$  elde edilir. Daha sonra  $i$ . gözlemin ağırlığı  $w_i$  hesaplanır.

$$w_i = \begin{cases} 1 & \left| \frac{r_i}{s^0} \right| \leq 2,5 \\ 0 & \left| \frac{r_i}{s^0} \right| > 2,5 \end{cases} \quad (4)$$

$w_i$  kullanılarak, EKMK ölçek tahmincisi  $\sigma^*$  elde edilir.

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i r_i^2}{\sum_{i=1}^n w_i} - p} \quad (5)$$

$\sigma^*$ 'nin kırılma noktası %50'dir. Ölçek tahmincisinin hesaplanmasından sonra belirleme katsayısı  $R^2$ , modelin sabit terim içerip içermemesine göre hesaplanır. Model sabit terim içeriyorsa  $R^2$ ,

$$R^2 = 1 - \left( \frac{\text{med}|r_i|}{\text{med}(y_i)} \right)^2 \quad (6)$$

şeklinde elde edilir. Belirleme katsayısı eşitliğindeki “*mad*”, median absolute deviation (medyan mutlak sapma) anlamına gelmektedir. Medyan mutlak sapma (*mad*),

$$\text{mad}(y_i) = \text{med}_i \left\{ |y_i - \text{med}_i y_i| \right\} \quad (7)$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Sabit terim içermeyen bir model için  $R^2$ ,

$$R^2 = 1 - \left( \frac{\text{med}|r_i|}{\text{med}(y_i)} \right)^2 \quad (8)$$

şeklinde elde edilir.

Gerçekleştirilen adımlardan sonra son adımda yeniden ağırlıklandırılmış en küçük kareler (YAEKK) uygulanır. YAEKK,  $w_i$  ağırlıkları kullanılarak

$$\min_{\beta} \sum_{i=1}^n w_i r_i^2 \quad (9)$$

şeklinde elde edilir. Burada kullanılan  $w_i$  ağırlıkları elde edilirken ölçek tahmincisi olarak  $s^0$  yerine  $\sigma^*$  kullanılmaktadır. YAEKK uygulanmasıyla YAEKK için ölçek tahmini

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i r_i^2}{\sum_{i=1}^n w_i} - p} \quad (10)$$

şeklinde elde edilir (Rousseeuw ve Leroy, 1987).

EKMK tahmincisinin bazı özellikleri aşağıdaki gibidir.

- 1) EKMK tahmincisi daima bir çözüme sahiptir.
- 2) EKMK tahmincisi regresyon, ölçek ve affine eş değişim özelliğine sahiptir.

$$med_i(\{y_i + x_i v\} - x_i\{\beta + v\})^2 = med_i(y_i - x_i\beta)^2 \quad (11)$$

$$med_i(cy_i - x_i\{c\beta\})^2 = c^2 med_i(y_i - x_i\beta)^2 \quad (12)$$

$$med_i(y_i - \{x_i, A\}\{A^{-1}\beta\})^2 = med_i(y_i - x_i\beta)^2 \quad (13)$$

- 3)  $p > 1$  ve gözlem değerleri genel konumda ise EKMK tahmincisinin kırılma noktası

$$\frac{\binom{n}{2} - p + 2}{n} \quad (14)$$

şeklinde gösterilir. Kırılma noktası bir tahmincinin sağlamlığı ele alınırken önemli bir kriterdir ve kırılma noktası için maksimum değer %50'dir. EKMK tahmincisi için ise kırılma noktası yaklaşık %50'dir. Bu yüzden EKMK tahmincisinin sağlam bir tahminci olduğu söylenebilir. (Rousseeuw ve Leroy, 1987).

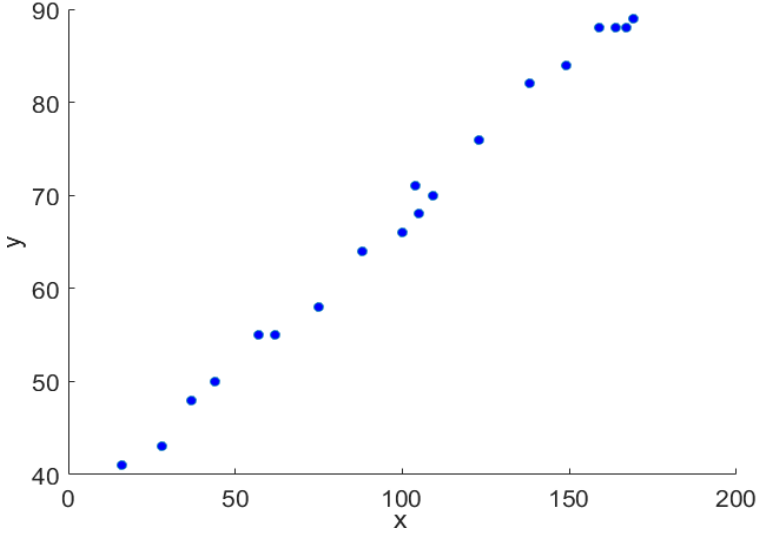
### 3. UYGULAMA

Çalışmanın bu bölümünde EKMK uygulanması için organik asit içeriği verisi (Daniel ve Wood, 1980) kullanılmıştır. Veri setinde bağımlı değişken ( $y$ ), ekstraksiyon ve tartımla belirlenen organik asit içeriği, bağımsız değişken

( $x$ ) ise titrasyonla belirlenen asit sayısıdır. Veri setinde organik asit içeriğini belirlemek için kullanılan ekstraksiyon ve tartım pahalı bir yöntemdir. Asit sayısını belirlemek için kullanılan titrasyon yöntemi ise nispeten daha ucuzdur. Bu nedenle pahalı yöntem yerine ucuz yöntemin kullanılıp kullanılmayacağı araştırılmak istenmiştir. Bu amaç doğrultusunda her iki yöntemde 20 kimyasal örnekte kullanılmıştır (Daniel ve Wood, 1980). Veri setine ilişkin yapılan çalışmalarda MATLAB programı kullanılmıştır.

$i$	$y$	$x$
1	76	123
2	70	109
3	55	62
4	71	104
5	55	57
6	48	37
7	50	44
8	66	100
9	41	16
10	43	28
11	82	138
12	68	105
13	88	159
14	58	75
15	64	88
16	88	164
17	89	169
18	88	167
19	84	149
20	88	167

**Tablo 1:** Asit İçeriği Verisi



**Grafik 1:** Asit İçeriği Verisi

Çalışmada kullanılan bağımsız değişken sayısı bir olduğundan basit doğrusal regresyon modeli,

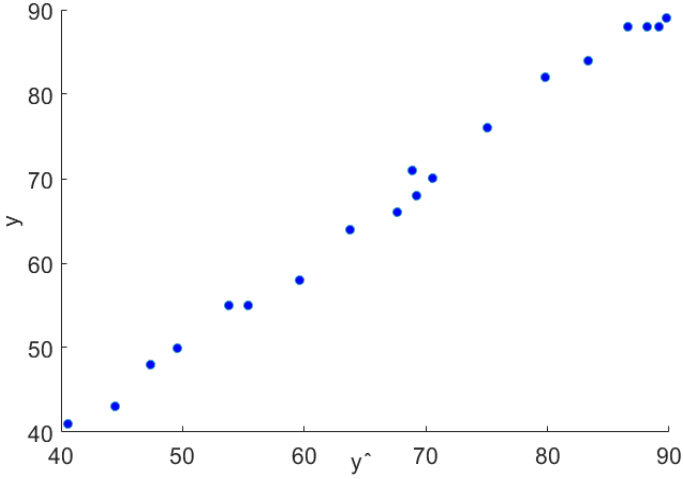
$$y = \beta_0 + \beta_1 x + e \quad (15)$$

olarak gösterilir.

Eşitlik (15)'de kullanılan,  $\beta_i$  regresyon parametresini ve  $e$  hata terimini göstermektedir. EKK yöntemi kullanılarak Eşitlik (16),

$$\hat{y} = 0.322x + 35.458 \quad (16)$$

$\hat{y}$  değerleri ve  $R^2 = 0,995$  olarak elde edilmiştir.



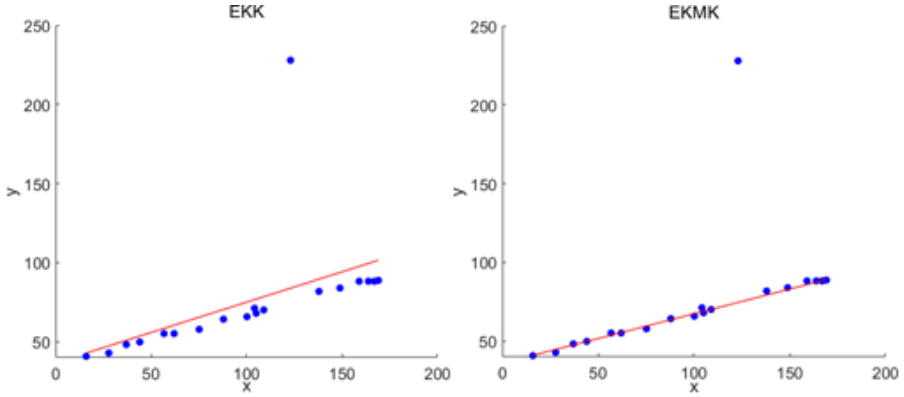
**Grafik 2:**  $y - \hat{y}$  Grafiği

$R^2 = 0,995$  olması değişkenler arasındaki uyumluluğun çok iyi olduğunu göstermektedir. Yani bağımlı değişken bağımsız değişken tarafından iyi bir şekilde açıklanmaktadır. Bu durumda veri setinde aykırı değer olmadığı söylenebilir. Çünkü EKK yöntemi veri setinde bulunan bir aykırı değerden bile etkilenmektedir. Bu nedenle EKK ve EKMK yöntemlerinin sağlamlıklarını incelenmek için veri setindeki bazı gözlem değerleri aykırı değer haline getirilmiştir. Aykırı değerler sırasıyla 1. gözlemden 6. gözleme kadar gözlem değerlerinin 3 katı alınarak oluşturulmuştur.

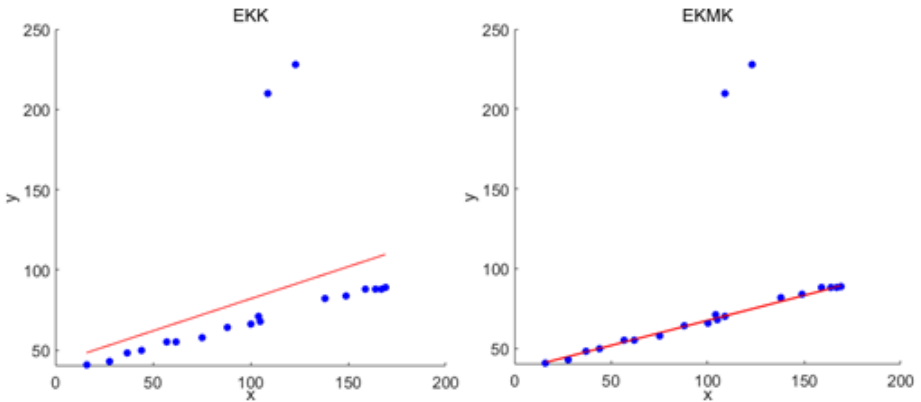
Aykırı Değer Sayısı	Yöntem			
	EKK		EKMK	
1	$\hat{y} = 0,383x + 36,685$	$R^2 = 0,246$	$\hat{y} = 0,321x + 35,450$	$R^2 = 0,995$
2	$\hat{y} = 0,400x + 41,935$	$R^2 = 0,170$	$\hat{y} = 0,321x + 35,468$	$R^2 = 0,995$
3	$\hat{y} = 0,308x + 56,925$	$R^2 = 0,091$	$\hat{y} = 0,321x + 35,527$	$R^2 = 0,995$
4	$\hat{y} = 0,311x + 63,741$	$R^2 = 0,072$	$\hat{y} = 0,321x + 35,396$	$R^2 = 0,996$
5	$\hat{y} = 0,208x + 79,887$	$R^2 = 0,031$	$\hat{y} = 0,322x + 35,151$	$R^2 = 0,996$
6	$\hat{y} = 0,078x + 98,013$	$R^2 = 0,005$	$\hat{y} = 0,324x + 34,887$	$R^2 = 0,996$

**Tablo 2:** Aykırı Değer Bulunduran Asit İçeriği Verisine İlişkin Sonuçlar

Analiz sonuçları (Tablo 2) incelendiğinde EKK yönteminin 1 aykırı değer varlığında  $R^2$  değerinin 0,246 çıktığı görülmektedir. Oysa aykırı değer bulundurmayan veri setinde  $R^2$  değeri 0,995 çıkmıştır. Bu durumda EKK yönteminin sadece bir aykırı değerden dahi etkilendiği söylenebilir. Ayrıca aykırı değer sayısı arttıkça  $R^2$  değerinin azaldığı görülmektedir. Bu durumda aykırı değer varlığında EKK yönteminin sağlamlığından bahsetmek oldukça güçtür. Fakat EKMK yöntemi ise 1 aykırı değerden 6 aykırı değere kadar sahip veri setlerinin tamamında  $R^2$  değerinin yaklaşık 0,995 çıktığı görülmektedir. Yani EKMK yöntemi aykırı değerlerden olabildiğince az etkilenecek şekilde sağlam bir performans göstermiştir.

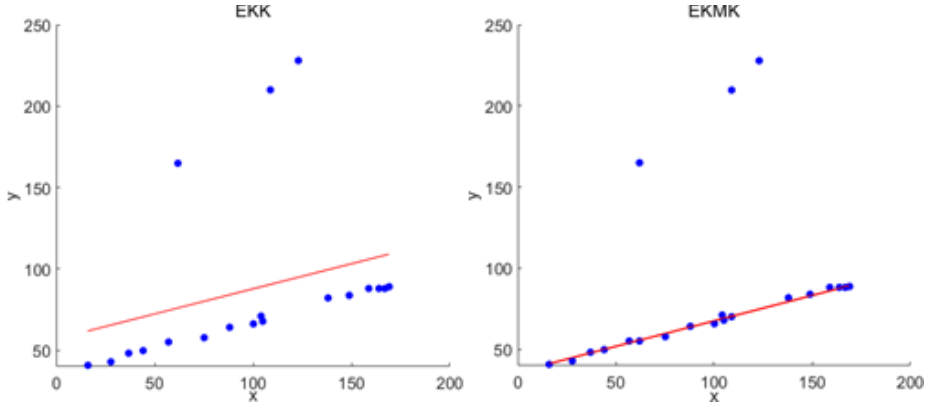


**Grafik 3:** Aykırı Değer Sayısı 1 İken Yöntemlere Ait Grafik

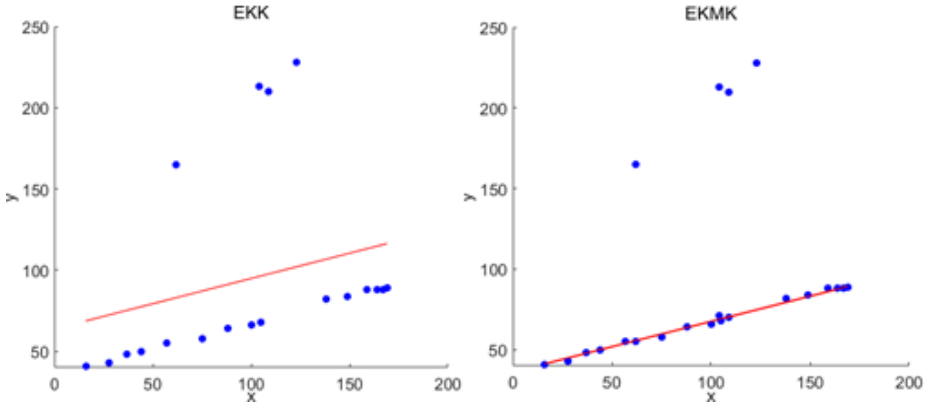


**Grafik 4:** Aykırı Değer Sayısı 2 İken Yöntemlere Ait Grafik

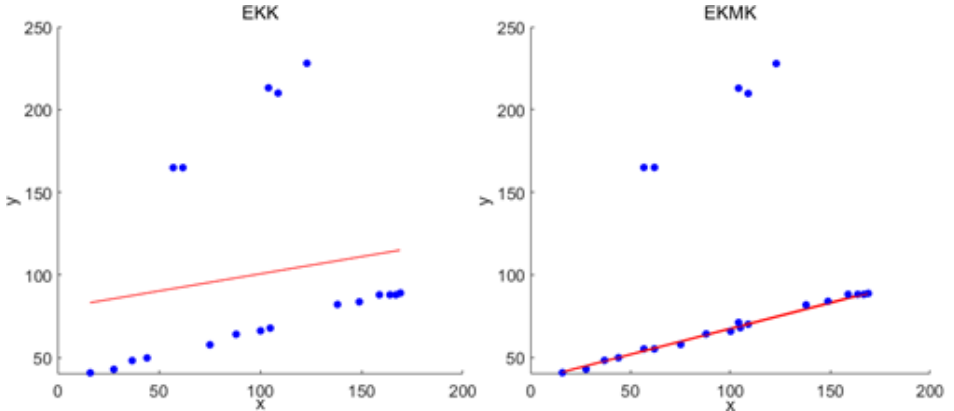




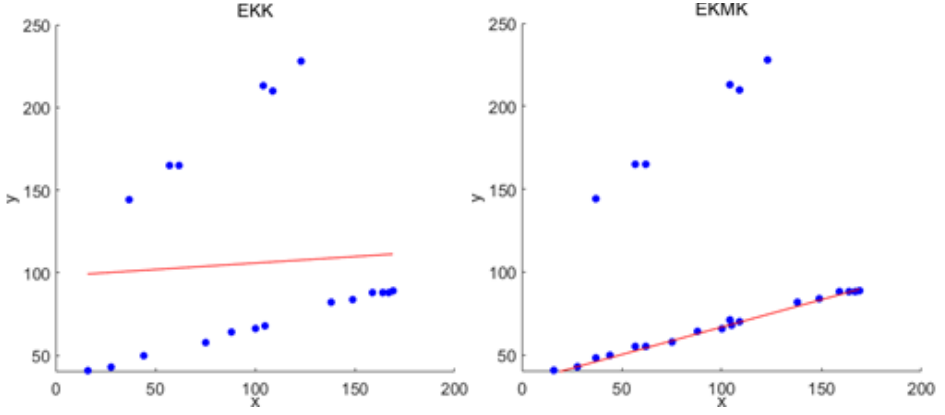
**Grafik 5:** Aykırı Değer Sayısı 3 İken Yöntemlere Ait Grafik



**Grafik 6:** Aykırı Değer Sayısı 4 İken Yöntemlere Ait Grafik



**Grafik 7:** Aykırı Değer Sayısı 5 İken Yöntemlere Ait Grafik



**Grafik 8:** Aykırı Değer Sayısı 6 İken Yöntemlere Ait Grafik

Grafik sonuçları incelendiğinde EKK yönteminin 1 aykırı değer içeren veri setinde (Grafik 3) aykırı değere karşı sağlamlık gösteremediği görülmektedir. EKK yönteminin sağlamlık gösterememesi aykırı değer sayısının artması (Grafik 4-8) ile daha da belirgin olmuştur. Oysa EKMK yöntemi 1 aykırı değerden 6 aykırı değere kadar (Grafik 3-8) aykırı değer içeren veri setlerinin tamamında aykırı değer(ler)e karşı sağlamlık göstererek uyum sağlamıştır. Bu durumda EKMK yönteminin sağlam bir tahmin edici olduğu söylenebilir.

**KAYNAKÇA**

- Box, G. E. (1953). Non-normality and tests on variances. *Biometrika*, 40(3/4), 318-335.
- Daniel, C., & Wood, F. S. (1980). *Fitting equations to data: computer analysis of multifactor data*. John Wiley & Sons, Inc..
- Donoho, D. L. (1983). The notion of breakdown point. *A Festschrift for Erich Lehmann/Wadsworth*.
- Hampel, F. R. (1971). A general qualitative definition of robustness. *The annals of mathematical statistics*, 42(6), 1887-1896.
- Hodges Jr, J. L. (1967, January). Efficiency in normal samples and tolerance of extreme values for some estimates of location. In *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability* (Vol. 1, pp. 163-186). Univ of California Press.
- Rousseeuw, P. J. (1984). Least median of squares regression. *Journal of the American statistical association*, 79(388), 871-880.
- Rousseeuw, P. J., & Leroy, A. M. (1987). *Robust regression and outlier detection*. John wiley & sons.
- Rousseeuw, P. J., & Hubert, M. (1997). Recent developments in PROGRESS. *Lecture Notes-Monograph Series*, 201-214.

# BÖLÜM 2

## TAMİR PRENSİBİ ALTINDA ÇALIŞAN BİR TEKNİK SİSTEMİN YENİLENME ANLARIYLA İNCELENMESİ\*

*Yunus GÜRAL<sup>1</sup>*

*Mehmet GÜRÇAN<sup>2</sup>*

1 Dr. Öğr. Üyesi, Fırat Üniversitesi, 0000-0002-0572-453X

2 Prof. Dr., Fırat Üniversitesi, 0000-0002-3641-8113

\* Doktora 734731 tez nolu çalışmanın Bulgular kısmının 2. Uygulamasından yapılmıştır.

## **GİRİŞ**

Teknik sistemlerin incelenmesi stokastik süreçler için önemli bir uygulama alanıdır. Stokastik süreçlerin literatürde gelişmeye başladığı anlardan itibaren özellikle stokastik hizmet sistemleri ve güvenilirlik teorisi alanında önemli sonuçlar elde edilmiş ve bu sayede reel uygulama alanlarında karşılaşılan birçok probleme çözüm getirilmiştir. Teknik sistemlerin güvenilirliğine ait literatürün erken dönemlerinde ele alınan teknik sistemlerin tamir edilebilme prensibi yoktur. Başlangıçta teknik sistemler, sistemi oluşturan bileşenlerin çalışma sürelerinin dağılımları üzerinden sıra istatistikleri yardımıyla analiz edilmekteydi. Kısaca teknik sistemin tasarlanmasına göre sistemin güvenilirliği  $k - \text{ıncı}$  sıra istatistiğine bağlı olarak oluşturulmaktaydı. Bu yöntem uzun bir süre literatürde geçerliliğini koruyabilmiştir. Ancak tamir prensibi altında bu yöntemi kullanmak neredeyse mümkün değildir. Daha sonraları sistem güvenilirliğinin hesaplanabilmesi için yeni bir yöntem olarak sistem imzası ortaya atılmıştır. Sistem imzasının bileşenleri ardışık sırada bozulan bileşenlerin sistemi bozma olasılıklarını göstermektedir. Bu sayede sıra istatistiklerinin dağılımları ve sistem imzası birlikte kullanılarak sistemin güvenilirliği daha rahat hesaplanmaktaydı. Günümüzde bu yöntem halen geçerliliğini koruyabilmiştir. Ancak bu yöntemde de sistem imzası sonlu boyutlu oluşturulduğundan tamir prensibinin ele alınması mümkün olmamıştır. Ancak son yıllarda yapılan bir çalışmada sistem imzasının sonsuz boyutlu olabileceğinden bahsedilerek sistem imzasının tamir edilebilme prensibine uyarlanabileceğinin ilk detayları verilmektedir [1].

Literatürde verilen kısıtlı sayıda teknik sistemlerin tamir edilebilme prensibi altındaki analizinde Poisson süreci kullanılarak sürekli parametrelili Markov sürecinin oran matrisi hesaplanmış ve bu sayede sistemin temel bazı göstergeleri hesaplanabilmiştir [2, 3]. Bu analiz bir nevi teknik sistemin bozulan bileşen sayısını ve tamir olan bileşen sayısını doğum ölüm sürecine benzeterak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar kullanılabilirlik açısından önemli olmakla birlikte analizin yapısına göre oldukça kısıtlıdır. Bir teknik sistem

tamir prensibi altında çalıştırılırken sistem çalışır durumdan bozuk duruma geçtikten sonra analiz son bulmamalıdır. Sonuçta sistem minimum gereklilikte tamir gördükten sonra tekrar çalışmaya başlayabilmektedir. Bu bakımdan bu tipli sistemlerde sistemin güvenilirliğinin yanında bozuk durumdan çalışır duruma geçme periyotları da sistem için önemli bir göstergedir. Bu bakımdan teknik sistem için oluşturulan Markov sürecinin durumlarının ve geçiş olasılıklarının detaylı olarak incelenmesi oldukça önemlidir.

G/M/1 veya M/G/1 stokastik hizmet sistemleri yarı Markov süreçleri yardımıyla iki türlü incelenmektedir. Sistemi temsil eden yarı Markov süreci müşterilerin sisteme geldiği anlarda veya sistemdeki müşterilerin sistemden hizmet alarak ayrıldığı anlarda sisteme bakılarak oluşturulur. Benzer düşünceyle tamir edilebilen bir teknik sisteme kesikli parametrelili bir tesadüfi yürüyüş gibide bakılabilir. Teknik sistemi oluşturan birimlerin bozulma anları ve tamirden çıkış anları bir Markov sürecinin sıçrayış anları olarak göz önünde bulundurulduğunda sistem bozuk bileşen sayısına göre kesikli parametrelili bir tesadüfi yürüyüşle temsil edilebilir. Bu bölümde ele alınan problemin temelini bu düşünce oluşturmaktadır. Kısaca uygun olarak tanımlanan bir tesadüfi yürüyüş süreciyle tamir edilebilen teknik sistem incelenmeye çalışılarak sistem için önemli olan göstergeler sürecin durumları incelenerek hesaplanmaya çalışılmıştır.

### **1. Tamir Edilebilen Teknik Sistemi Temsil Eden Kesikli Parametrelili Stokastik Sürecin Oluşturulması**

Basit tesadüfi yürüyüş sürecini kullanarak ilk önce paralel bağlı 2 bileşenden oluşan ve tamir prensibi bulunan bir teknik sistemi temsil eden kesikli parametrelili stokastik süreç oluşturulmaya çalışılacaktır. Bunun için tamir edilebilen teknik sistemi oluşturan bileşenlerin bozulma anlarında ve tamirde olan bileşenlerin tamirden çıkış anlarında teknik sisteme bakılmalıdır. Teknik sistemi oluşturan bileşenlerin bozulma anlarını  $m(1) < m(2) < \dots$  ve tamir ünitesinde olan bileşenlerin tamirden çıkış anlarını ise  $n(1) < n(2) < \dots$  ile gösterelim. Bu durumda bozulma ve tamirden çıkış anlarının sıralanmış

şeklini de  $t(1) < t(2) < \dots$  ile gösterelim. Burada  $t(k)$  stokastik sürecin  $k$  –  
inci sıçrayış anı olup ya çalışan bir bileşenin bozulma anını ya da bozuk olan  
bir bileşenin tamirden çıkış anını gösterecektir.

$$t(k) = \begin{cases} m(i) : k - \text{inci sıçrayış anı } i - \text{inci bozulma anı olduğunda} \\ n(j) : k - \text{inci sıçrayış anı } j - \text{inci tamir anı olduğunda} \end{cases}$$

Şimdi  $X_k$  ile  $k$  –inci sıçrayış anında değer alan tesadüfi değişkeni  
gösterelim.

$$X_k = \begin{cases} 1 : k - \text{inci sıçrayış anı bozulma anı olduğunda} \\ -1 : k - \text{inci sıçrayış anı tamir anı olduğunda} \end{cases}$$

Bununla birlikte  $S_n = X_1 + \dots + X_n$  toplamı  $n$ -inci sıçrayış anı sonunda  
sistemdeki bozuk bileşen sayısını gösterir. Doğal olarak tamir edilebilen bir  
teknik sistemde ilk sıçrayış anı ilk bozulma anı olacağından  $X_1 = 1$  olacaktır.  
İlk bozulma anını takip eden ikinci sıçrayış anı için mümkün olan iki durum  
mevcuttur. Bu durumlardan ilki, bozulan birinci bileşeni takiben ikinci bileşen  
bozulmuştur. İkincisi ise ikinci bileşen bozulmadan önce bozulan birinci  
bileşen tamir olmuştur. Dolayısıyla  $X_2$  tesadüfi değişkeni  $m(2)$  anında değer  
almışsa  $X_2 = 1$ , bunun yerine  $n(1)$  anında değer almışsa  $X_2 = -1$  değerini  
alacaktır.  $X_2$  değişkeninin “1” değerini alma alması için bozulan ilk bileşenin  
tamir süresinin iki ardışık bozulma anı arasında geçen süreden büyük olması  
gerekmektedir.  $X_2$  değişkeninin “-1” değerini alması için ise bozulan ilk  
bileşenin tamir süresinin iki ardışık bozulma anı arasında geçen süreden  
küçük olması gerekmektedir. Ardışık bozulmalar arasında geçen süreler  
birbirlerinden bağımsız ve ortak  $F(t)$  dağılımına, tamir süreleri ise  
birbirlerinden bağımsız ve ortak  $G(t)$  dağılımına sahip olsun.

$$\xi = m(j) - m(j - 1) \sim F(t)$$

$$\eta = n(j) - n(j - 1) \sim G(t)$$

Bu durumda aşağıdaki olasılıklar rahatlıkla yazılabilir.

$$Pr\{X_2 = 1\} = Pr\{\xi < \eta\} = \int_0^{\infty} Pr\{\xi < t\}dG(t) = a$$

$$Pr\{X_2 = -1\} = Pr\{\xi > \eta\} = \int_0^{\infty} Pr\{\xi > t\}dG(t) = 1 - a.$$

Şimdi yukarıda tanımlanan  $a$  ve  $1 - a$  olasılıkları ile  $X_3$  tesadüfi değişkeninin olasılıklarını bulmaya çalışalım.  $X_3$  değişkeni  $X_2$  değişkenine bağlı olarak olasılık değeri alacağından  $X_3$  değişkeninin olasılıkları aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$Pr\{X_3 = 1\} = Pr\{X_3 = 1, X_2 = -1 \text{ veya } X_2 = 1\}$$

$$= Pr\{X_3 = 1|X_2 = -1\}Pr\{X_2 = -1\} + Pr\{X_3 = 1|X_2 = 1\}Pr\{X_2 = 1\}$$

$$= Pr\{X_2 = -1\} = 1 - a$$

$$Pr\{X_3 = -1\} = Pr\{X_3 = -1, X_2 = -1 \text{ veya } X_2 = 1\}$$

$$= Pr\{X_3 = -1|X_2 = -1\}Pr\{X_2 = -1\} +$$

$$Pr\{X_3 = -1|X_2 = 1\}Pr\{X_2 = 1\}$$

$$= Pr\{X_2 = 1\} = a$$

Benzer şekilde devam ettirilirse ilk değişken hariç çift indisli olan değişkenlerin olasılıkları birbirleriyle, tek indisli olan değişkenlerin olasılıkları da birbirleriyle aynı olacaktır. Bu durumda  $j = 1, 2, \dots$  için aşağıdaki olasılık yazılabilir.

$$Pr\{X_k = 1\} = \begin{cases} a & : k = 2j \\ 1 - a & : k = 2j + 1 \end{cases}$$

Yukarıda tanımlanan şekliyle  $S_n$  sürecinin bir adım geçiş matrisi aşağıdaki şekilde yazılacaktır.

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 - a & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Bu durumda başlangıç dağılımı  $\pi_0 = (1, 0, 0)$  olan  $S_n$  sürecinin dağılımı  $\pi_{2j-1} = (0, 1, 0)$ ,  $\pi_{2j} = (1 - a, 0, a)$ ,  $j = 1, 2, \dots$  olur.



Paralel bağlı iki üiteden oluşan tamir edilebilir bir teknik sistemi temsil eden sürecin geçiş olasılıkları matrisinin yukarıdaki şekilde verilmesi teknik sistemin bozuk duruma geçtikten sonra tekrar tamir görerek çalışır duruma geçebilmesi için oldukça önemlidir. Bu sayede gözlenen teknik sistem kesintiye uğramadan devamlı bir şekilde gözlenebilir. Sistemin ilk kez bozuk duruma düşmesi, tekrar çalışmaya başladıktan sonra ardışık bozulma anları ve başa dönme anları rahatlıkla hesaplanabilmektedir.

Bir sonraki kısımda çalışmaya başlayan tamir edilebilir bir teknik sistemin ortalama kaç adım sonra tekrar tüm bileşenleri sağlam olarak çalışmaya geçebileceğini ve bunlarla ilgili diğer önemli parametreleri paralel bağlı iki bileşenli sistem üzerinde göstermeye çalışalım.

## **2. Çalışmaya Başlayan Tamir Edilebilir Teknik Sistemin Tekrar Başa Dönmesi, İlk Defa Bozulması ve Ardışık Bozulma Durumlarının İncelenmesi**

Sistemi temsil eden sürecin ilk geçiş olasılıklarını  $f_{ij}$  ile gösterelim. Çalışmaya başlayan teknik sistem, sürecin “0” durumundan harekete başlaması ile temsil edilir. Bu durumda çalışmaya başlayan teknik sistemin  $k - ıncı$  adımda tekrar başa dönmesi olasılığı  $f_{00}(k)$  olur. Bu olasılık sıfır durumundan çıkan zincirin sıfır hariç diğer durumlarda  $k - 2$  adım dolaştıktan sonra tekrar  $k - ıncı$  adımda sıfır durumuna dönmesi şeklinde aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$f_{00}(k) = (1 - a)p_{11-(0)}^{(k-2)}$$

Burada  $P_{-(0)}$  ile bir adım geçiş matrisinin ilk satır ve sütunu hariç indirgenmiş halini,  $P_{-(0)}^{(k-2)}$  bu matrisin  $k - 2 ıncı$  kuvvetini ve  $p_{11-(0)}^{(k-2)}$  ise kuvveti alınan matrisin (1, 1) elemanını göstermektedir.

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 - a & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \text{ ise } P_{-(0)} = \begin{bmatrix} 0 & a \\ 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Çalışmaya başlayan teknik sistemin  $k - \text{ıncı}$  adımda tekrar başa dönmesi olasılığı  $f_{00}(k)$  olup burada  $k$  çift sayıdır. Buna göre  $P_{-(0)}$  matrisinin çift kuvvetleri  $P_{-(0)}^{2n} = a^n I$ ,  $n = 1, 2, \dots$ . Bu durumda  $f_{00}(k)$  olasılıkları aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$f_{00}(k) = (1 - a)a^{(k-2)/2}$$

Çalışmaya başlayan teknik sistemin ilk defa  $k - \text{ıncı}$  adımda bozuk duruma geçmesi olasılığı  $f_{02}(k)$  olmak üzere aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$f_{02}(k) = ap_{01-(2)}^{(k-1)} = a(1 - a)^{(k-2)/2}$$

Burada  $P_{-(2)}$  matrisi aşağıdaki şekilde olup,

$$P_{-(2)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 - a & 0 \end{bmatrix}$$

çift ve tek kuvvetlerine göre  $n = 0, 1, 2, \dots$  için  $P_{-(2)}^{2n} = (1 - a)^n I$  ve  $P_{-(2)}^{2n+1} = (1 - a)^n P_{-(2)}$  şeklindedir.

Bozulan bir teknik sistemin çalışmaya başladıktan sonra tekrar ilk defa  $k - \text{ıncı}$  adımda bozuk duruma geçmesi olasılığı  $f_{22}(k)$  olmak üzere aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$f_{22}(k) = ap_{11-(2)}^{(k-2)} = a(1 - a)^{(k-2)/2}$$

### **3. “ $n$ 'den $k$ çıkışlı” Tamir Edilebilir Teknik Sistemin İncelenmesi**

Tamir edilebilir teknik sistemlerde  $n$ 'den  $k$  çıkışlı sistemlerin incelenmesi literatürde yer alan diğer yöntemlerle oldukça güç olabilmektedir. Bir önceki bölümde kullandığımız yöntemi sistemi temsil eden kesikli parametrelili stokastik sürecin durum uzayını genişleterek bu sistemler için de kullanabiliriz. Bu sistemlerde sistemde  $k$  tane bozuk bileşen olduğunda sistem bozulacağı için stokastik sürecin durum uzayını  $S = \{0, 1, \dots, k\}$  almamız

yeterli olacaktır. Bu durumda  $S_r$  sürecinin şartlı geçiş olasılıkları aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$Pr\{S_r = j - 1 | S_{r-1} = j\} = 1 - a_j$$

$$Pr\{S_r = j + 1 | S_{r-1} = j\} = a_j$$

Burada  $a_r$  olasılığı  $\xi_r$ ,  $r$  tane  $\xi$  tesadüfi değişkeninin toplamı yardımıyla tanımlanan değişken ve  $F_r$  onun dağılım fonksiyonu olmak üzere aşağıdaki integral ile tanımlanmaktadır.

$$a_r = Pr\{\eta > \xi_r\} = \int_0^\infty Pr\{\eta > t\} dF_r(t)$$

Bu durumda çalışmaya başlayan sistemin ilk defa  $t$  adımda tekrar başa dönmesi, bozulması ve tekrar bozulması olasılıkları aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$f_{00}(t) = (1 - a_1)p_{11-(0)}^{(t-2)}$$

$$f_{0k}(t) = a_{k-1}p_{0k-1-(k)}^{(t-1)}$$

$$f_{kk}(t) = a_{k-1}p_{k-1k-1-(k)}^{(t-2)}$$

Ortalama dönüş zamanlarının hesaplanabilmesi için ilk önce ortalama adım sayılarının bulunması gerekmektedir. Bunun için iki tane yeni değişkenin tanımlanması kolaylık sağlayacaktır. Aldığı değerler  $t$  olmak üzere, olasılıkları  $f_{00}(t)$  olan tesadüfi değişkeni  $U_{00}$  ile olasılıkları  $p_{11-(0)}^{(t)}$  olan tesadüfi değişkeni de  $V_{00}$  ile gösterelim. Açık olarak görünebilir ki  $EU_{00} = 2 + EV_{00}$  ilişkisi mevcuttur. Çalışmaya başlayan zincirin tekrar başa dönebilmesi için gerekli olan ortalama zamanın tahmin edilebilmesi tekrar başa dönmesi için gerekli olan ortalama adım sayısı esas alınarak bulunmak istendiğinde ortaya çıkan önemli bir problem sistemin başa dönmesi için gerekli olan ortalama adımlardan kaç tanesinin bu zamanı doldurduğudur. Sistemin başa dönmesi için gerekli olan ortalama adım sayısı  $EU_{00}$  olduğunda bu adım sayısının yarısı tamir sürelerine aittir. Buna göre geçen zamanı  $EU_{00}$

ortalamasının yarısı ile son tamir süresini temsil eden tamir adımı oluşturur. Bu bakımdan ardışık bozulmalar arasında geçen sürelerin ortalaması ve tamir süresinin ortalaması bilindiğinde sistemin tekrar başa dönebilmesi için gerekli olan ortalama süre aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$m(0 \rightarrow 0) = \frac{EU_{00}}{2} s_1 + s_2$$

Burada  $s_1$  ardışık bozulmalar arası sürelerin ortalaması ve  $s_2$  ise tamir sürelerinin ortalamasıdır. Benzer şekilde yukarıdaki gibi gerekli olan tesadüfi değişkenler yardımıyla çalışmaya başlayan sistemin ilk kez bozulması için geçen ortalama süre ise aşağıdaki şekilde bulunur.

$$m(0 \rightarrow k) = \frac{EU_{0k+k}}{2} s_1$$

Bozuk durumdan çalışır duruma geçen sistemin tekrar bozulması için gerekli olan ortalama süre ise aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$m(k \rightarrow k) = \frac{EU_{kk}}{2} s_1$$

Ardışık bozulmalar arası sürelerin dağılımı  $\xi \sim Exp(\lambda)$  ve tamir süresinin dağılımını  $\eta \sim Exp(\mu)$  olarak seçersek  $a_r$  olasılıkları aşağıdaki şekilde olacaktır.

$$a_r = \frac{\lambda^r}{(\lambda + \mu)^r}$$

**Tablo 1.** 2 bileşenli paralel bağlı sisteminin parametreleri

$\lambda$	$\mu$	$EU_{00}$	$EU_{0k}$	$m(0 \rightarrow 0)$	$m(0 \rightarrow k)$	$m(k \rightarrow k)$
0.05	0.1	2.99	5.77	39.99	97.69	57.69
0.67	0.1	3.33	4.99	34.99	67.33	37.35
0.1	0.2	2.99	5.77	19.99	48.84	28.84

Tablo1’de 2 bileşenli paralel bağlı sistemin farklı  $\lambda$  ve  $\mu$  değerleri için sistemin başa dönmesi için gerekli olan ortalama adım sayısı, ilk kez bozulması için gerekli ortalama adım sayısı, tekrar başa dönebilmesi için gerekli olan ortalama süre, ilk kez bozulması için geçen ortalama süre, bozuk durumdan çalışır duruma geçen sistemin tekrar bozulması için gerekli olan ortalama süreler verilmiştir.

## **KAYNAKÇA**

- [1] Gürcan, M. and Buğatekin, A. (2018). Brief Note on System Signature and Long Term Method. *ITM Web Conf.*, cilt 22, ss. 4.
- [2] Gürcan, M., Gökdere, G. (2018). Computing reliability for closed-cycle cooling system in thermo-electric power plants by modelling to circular consecutive-2-out-of-n: F system, *Thermal Science*, cilt 22(1), ss. 177-184.
- [3] Gökdere, G. & Hon Keung Tony Ng, HK. (2021) Time-dependent reliability analysis for repairable consecutive-k-out-of-n:F system. *Statistical Theory and Related Fields*, DOI: 10.1080/24754269.2021.1971489.

# BÖLÜM 3

## YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ

*Yasemin SİPAHİOĞLU<sup>1</sup>*

*Erol TERZİ<sup>2</sup>*

*Ahmet TOY<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Ticaret Bakanlığı, 23280284@stu.omu.edu.tr, ORCID ID.: 0000-0002-1306-528X

<sup>2</sup> Prof. Dr. Ondokuz Mayıs Üniversitesi

eroltr@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2309-827X

<sup>3</sup> Öğr. Gör. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, ahmet.toy@omu.edu.tr, ORCID ID:  
0000-0002-2647-7259

## **1. GİRİŞ**

Avrupa Birliği (AB), siyasi, ekonomik ve sosyal açıdan bütünleşme hedefine uygun gelişmekte ve halihazırda 27 üye ülkeden oluşan bir bölgedir. AB'nin temel amaçlarından biri, üye ülkeler arasında sürdürülebilir ekonomik büyüme ve refahı sağlamaktır. Bu amaca ulaşmak için ticaretin kolaylaştırılması, artırılması politikaları uygulanmakta ve yatırımlar yapılmaktadır. Ancak, AB ülkeleri arasında ekonomik kalkınma ve refah seviyelerinde farklılıklar vardır. Bu farklılıkların neden oluştuğunu anlamak ve rekabetçi olmak için ticaretin karşılaştırmalı üstünlük analizini değerlendirmek ve ayrıca AB'nin yeşil, dijital politikalarının etkinliğini artırmak, Türkiye'nin ihracatının yaklaşık yarısını gerçekleştirdiği en önemli pazarını koruması için kapsamlı analizlerin yapılması gerektiği görülmektedir. Bu çerçevede, temel araştırma sorusu, AB ülkelerinde ekonomik büyüme ve refahın kaynağı ihracatı, hangi faktörlerin etkileyebileceği, bu kapsamda genç AB'nin genişleme politikaları sonucu katılan ülkelerinin az verisi ile ihracat modellemesi yapılıp yapılamayacağıdır. Bu soruya yanıt bulmak için şu hipotezler test edilecektir:

- AB ülkelerinin ticaret akışları, ülkelerin üretim ve nüfusu ile pozitif ilişkilidir.
- AB ülkelerinin ticaret akışları, ithalatçı ülkelerinin üretim ve nüfusu ile pozitif ilişkilidir.
- AB ülkelerinin ticaret akışları, ortalama ihracat mesafeleri ve yüksek teknoloji üretimi ile pozitif ilişkilidir.
- AB bir bölge olarak ithalatçıları ile ortak gümrük tarifeleri uyguladığından, 27 ülkesinin değişkenleri ile aynı modele sahiptir.

Uluslararası ticaret çekim modeli, ülkeler arasındaki ticaret hacmini, ekonomik büyüklükleri ve coğrafi uzaklık gibi faktörlerle açıklamaya çalışılmaktadır (Özekicioğlu ve Soy Yiğit, 2019). Newton'un evrensel çekim yasasına benzer şekilde, iki ülke arasındaki ticaret hacmi, ülkelerin gayri safi



yurtiçi hasılları (GSYİH) ile doğru, aralarındaki mesafe ile ters orantılıdır (Özekicioğlu ve Soy Yiğit, 2019). Tinbergen (1962) tarafından ortaya atılan bu model, zamanla gelişerek ortak dil, sınır, kültürel benzerlikler, ticaret anlaşmaları gibi faktörleri de dahil etmiştir. Anderson (1979), Bergstrand (1985) ve Helpman & Krugman (1985) gibi araştırmacılar, modelin teorik temellerini güçlendirerek ampirik doğrulamasını sağlamışlardır. 2000'li yıllardan itibaren çekim modeli, Rose (2000) ve ardından Egger ve Pfaffermayr (2003) tarafından ticaret anlaşmaları ve ortak para biriminin etkilerini incelemek için kullanılmıştır. Son yıllarda ise küresel değer zincirleri, hizmet ticareti ve dijital ticaret gibi yeni ticaret biçimlerinin analizinde de kullanılmaktadır (Baldwin, 2016). Çekim modeli her ne kadar basit, yüksek tahmin edilebilir ve farklı veri setlerine uygulanabilir olsa da modelin tüm ticaret engellerini tam olarak yakalayamaması ve varsayımlarının her zaman gerçek dünya koşullarını yansıtmaması gibi sınırlılıkları da bulunmaktadır (Anderson & Wincoop, 2003).

Uluslararası ticaret, ekonomik büyüme ve kalkınma için önemli bir faktördür. Bu alanda yapılan araştırmalar, ticaret akımlarını etkileyen faktörleri belirlemek ve ticaret politikalarının etkilerini değerlendirmek için panel veri analizini sıkça kullanmaktadır (Baier & Bergstrand, 2007). Bu yöntem hem zaman hem de ülke boyutunda veri içeren panel veri setlerini analiz ederek daha kapsamlı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Egger, 2002).

Panel veri analizi, uluslararası ticaret araştırmalarına birçok katkı sağlar:

- Heterojenliğin Kontrolü: Ülkeler arasındaki farklılıkları kontrol ederek ticaret akımlarını etkileyen faktörlere ilişkin daha doğru tahminlerin yapılmasını sağlamaktadır (Baltagi, 2008).
- Zaman Boyutunun Analizi: Zaman içindeki değişimi analiz ederek ticaret akımlarındaki trendleri ve yapısal değişimleri belirlemeye yardımcı olmaktadır (Hsiao, 2014).

- Veri Kaybının Azaltılması: Aynı ülkelerin farklı zamanlardaki verilerini kullanarak veri kaybını azaltır ve tahminlerin gücünü artırır (Wooldridge, 2010).

- Nedensellik Analizi: Bazı durumlarda nedensellik analizi yapılmasına olanak tanır, ticaret politikalarının etkilerini daha net ortaya koyar (Angrist & Pischke, 2008).

Uluslararası ticaret araştırmalarında yaygın olarak kullanılan panel veri modelleri şunlardır:

- Sabit Etkili Model: Her bir ülke için sabit bir etki olduğunu varsaymaktadır (Arellano, 2003).

- Rastgele Etkili Model: Her bir ülke için rastgele bir etki olduğunu varsaymaktadır (Baltagi, 2008).

- Dinamik Panel Veri Modelleri: Ticaret akımlarındaki gecikmeli etkileri dikkate almaktadır (Arellano & Bond, 1991).

- Yerçekimi Modeli: lkeler arasındaki ticaret hacmini, ekonomik büyüklükleri ve aralarındaki mesafe gibi faktörlerle açıklamaya çalışmaktadır (Anderson & Wincoop, 2003).

Panel veri analizi, uluslararası ticaret alanında birçok farklı araştırma sorusuna cevap bulmak için kullanılmıştır. rnek olarak, ticaret anlaşmalarının etkisi (Baier & Bergstrand, 2007), kur değişimlerinin etkisi (Rose, 2000), ekonomik büyümenin etkisi (Frankel & Romer, 1999) ve küresel değer zincirlerinin etkisi (Baldwin & Lopez-Gonzalez, 2013) gibi konularda yapılan çalışmalarda panel veri analizi kullanılmıştır. Bu sayede, uluslararası ticaret araştırmalarında önemli bir araçtır ve ticaret akımlarını etkileyen faktörlerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlamaktadır (Head & Mayer, 2014).

Yapay zeka algoritmalarının gelişimiyle uluslararası ticaret araştırmalarında yapay sinir ağları (YSA) kullanımı da giderek artmaktadır (Tong, 2023). Bu yöntem, karmaşık ve doğrusal olmayan ilişkileri modellemedeki başarısı sayesinde ticaret akımlarını etkileyen faktörlerin

analizinde ve gelecekteki ticaret hacminin tahmininde avantajlar sunmaktadır (Sen ve ark., 2022). Geleneksel ekonometrik yöntemler genellikle doğrusal ilişkiler varsayar ve karmaşık etkileşimleri modellemede yetersiz kalabilir (Varian, 2014). YSA ise doğrusal olmayan ilişkileri ve yüksek boyutlu veri setlerini etkili bir şekilde modelleyebilme özelliğiyle öne çıkmaktadır (Goodfellow ve ark., 2016).

YSA, uluslararası ticaret araştırmalarında şu alanlarda kullanılır:

- Ticaret Hacminin Tahmini: Ülkelerin ekonomik büyüklükleri, coğrafi uzaklıkları, kültürel benzerlikleri ve ticaret anlaşmaları gibi faktörleri girdi olarak alarak ticaret hacmini tahmin etmektedir (Haykin, 2009).
- Ticaret Akımlarının Analizi: Ticaret hacmi, fiyatlar, döviz kurları ve faiz oranları gibi değişkenler arasındaki karmaşık ilişkileri ortaya çıkarmaktadır (LeCun ve ark., 2015).
- Ticaret Politikalarının Etkisinin Değerlendirilmesi: Gümrük vergileri, kotalar ve sübvansiyonlar gibi ticaret politikalarının ticaret hacmi ve refah üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir (LeCun ve ark., 2015).

Uluslararası ticaret alanında yapay zeka üzerine yapılan bazı önemli çalışmalar incelendiğinde, Garson (1991), ABD'nin Japonya ile olan ticaret hacmini çok katmanlı algılayıcı (MLP) modeli kullanarak tahmin etmiştir. Kohzadi ve ark. (1996) ise Kanada'nın ABD ile olan ticaret hacmini çok katmanlı algılayıcı (MLP) ve zaman serisi modelleri ile karşılaştırmalı olarak tahmin etmiştir. Diğer yandan, Aliahmadi ve ark. (2013), İran'ın petrol ihracatını YSA ve ARIMA modelleri ile karşılaştırmalı olarak tahmin etmiştir.

Ying ve Riming (2008), Çin'de dış ticaret, doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) ve bölgesel gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) arasındaki ilişkiyi incelemek için YSA modelini kullanmıştır. Çalışma, 1994-2005 döneminde Çin'in 28 bölgesinden elde edilen verileri kullanarak dış ticaret ve FDI'nin bölgesel GSYİH üzerindeki etkisini analiz etmiştir. YSA modeli, geleneksel doğrusal modellerden farklı olarak, değişkenler arasındaki karmaşık ve

doğrusal olmayan ilişkileri ortaya çıkarmıştır. Sonuçlar, Çin bölgeleri için optimal dış ticaret ve FDI ölçeğinin belirlenmesinde YSA modelinin potansiyelini göstermiştir.

Pradhan ve Rajesh (2010), 1992-2009 döneminde Hindistan'daki döviz kurlarını tahmin etmek için YSA modelini kullanmıştır. ABD doları, İngiliz sterlini, Euro ve Japon yeni için günlük ve aylık verileri kullanarak YSA'nın tahmin performansını değerlendirmişlerdir (Chen ve ark. , 2015). Modelin performansı, kök ortalama kare hatası (RMSE) (Makridakis ve ark. , 1998), ortalama mutlak hata (MAE) (Hyndman & Koehler, 2006), ortalama mutlak sapma (MAD) (Armstrong & Collopy, 1992) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) (De Myttenaere ve ark. , 1998) gibi çeşitli hata fonksiyonları kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar, YSA'nın döviz kurlarını tahmin etmede etkili bir araç olduğunu doğrulamıştır (Zhang ve ark., 1998).

Adewole ve ark. (2011), döviz kuru tahmini için mevcut istatistiksel modellerin döviz verilerinin belirsizliğini ve istikrarsızlığını etkin bir şekilde ele alamadığına dikkat çekerek, bu sorunların bazılarını düzeltmek için yapay sinir ağı döviz kuru tahmin modeli (AFERFM) tasarlamışlardır. Tasarım, eğitim ve tahmin olmak üzere iki aşamaya ayrılmıştır. Eğitim aşamasında, döviz kurlarını eğitmek ve girdilerin nasıl tahmin edileceğini öğrenmek için geri yayılım algoritması kullanılmıştır. Çalışmada, geri yayılım algoritması, sigmoid aktivasyon fonksiyonu ve ileri beslemeli ağ gibi YSA teknikleri kullanılmıştır. Modelin performansı, ortalama kare hatası ve standart sapma kullanılarak değerlendirilmiş ve AFERFM' nin, Gizli Markov Modeli (HMM) tabanlı bir model olan HFERFM' den daha iyi bir tahmin doğruluğu gösterdiği bulunmuştur.

Acquah ve ark. (2022), Gana'daki GHS/USD döviz kurunu tahmin etmek için bir YSA modeli geliştirmeyi amaçlamıştır. Çalışmada enflasyon, nominal büyüme, para politikası, faiz oranı, ticaret dengesi, brüt uluslararası rezerv, döviz mevduatı ve geniş para gibi makroekonomik göstergelerin döviz kuru üzerindeki etkisi incelenmiştir. Geriye yayılım sinir ağı (BPNN), radyal temel

fonksiyonlu sinir ağı (RBFNN) ve genelleştirilmiş regresyon sinir ağı (GRNN) olmak üzere üç farklı YSA modeli geliştirilmiş ve sonuçlar performans endeksi (PI), ortalama mutlak hata (MAE), kök ortalama kare hata (RMSE) ve ortalama mutlak yüzde hata (MAPE) ile ölçülmüştür. Kapsamlı eğitim, doğrulama ve test aşamalarından sonra BPNN modelinin, diğer modellere göre daha düşük hata değerleri elde ederek GHS/USD döviz kurunu tahmin etmek için en uygun model olduğu görülmüştür.

Plikynas ve Akbar (2006), Orta ve Doğu Avrupa'da (CEE) doğrudan yabancı yatırımları (FDI) incelemek için bir YSA modeli kullanmıştır. Çalışma, geleneksel doğrusal regresyon yaklaşımlarının karmaşık FDI modellerini tahmin etmede yetersiz kaldığına dikkat çekmiş ve doğrusal olmayan bir metodoloji önermiştir. Araştırmacılar, çok katmanlı algılayıcı (MLP) modeli kullanarak FDI akışlarını tahmin etmek ve FDI'yi belirleyen faktörlerin doğrusal olmayan ağırlıklarını tahmin etmek için bir yöntem geliştirmiştir. Sonuçlar, YSA yaklaşımının FDI modellerini tahmin etmede ve FDI'nin belirleyicilerini değerlendirmede geleneksel regresyon metodolojilerinden daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

Nummelin ve Hänninen (2016), ülkeler arasındaki yumuşak kereste ticaret akışlarını analiz etmek ve tahmin etmek için makine öğrenimi modellerinin potansiyelini test etmiştir. 2000'den 2014'e kadar olan yıllık ithalat ve ihracat miktarları ve yumuşak kereste fiyatları dahil olmak üzere ampirik ticaret akışı verileri FAOStat'tan elde edilmiştir. Destek vektör makineleri (SVM), sinir ağları ve karar ağaçları topluluğu olan rastgele ormanlar gibi üç makine öğrenimi modelinin tahmin sonuçları karşılaştırılmıştır. Çalışma, makine öğrenimi modellerinin küresel kereste piyasalarındaki değişiklikleri analiz etme ve tahmin etmedeki potansiyelini vurgulamıştır.

Circlaeyns ve ark. (2010), ikili ticaret akışını tahmin etmek için makine öğrenimi tekniklerini kullanmıştır. Çalışma, doğrusal regresyona dayalı bir model olan Ticaretin Yerçekimi Modelini temel almış ve tam bağlantılı, ileri

beslemeli bir sinir ağı kullanarak modelin tahmin doğruluğunu geliştirmiştir. Araştırmacılar, makine öğrenimi yöntemlerinin yalnızca zamandan bağımsız özellikleri kullanarak ikili ticaret akışının tahmininde etkili olduğunu göstermiştir.

Shen ve ark. (2021), on ülkenin ticaret verilerini analiz etmek için uzun kısa dönemli hafıza (LSTM) sinir ağı kullanan etkili bir dış ticaret tahmin yöntemi geliştirmiştir. Çalışma, ticaret verilerindeki iki yönlü nedensel ilişkilerin ticaret tahminini iyileştirebileceği ekonomik teorisine dayanmaktadır. Zaman serileri ve ekonomik yapısal modellere kıyasla önerilen yöntemin performansını anlamak için bir karşılaştırma yapılmıştır. Ampirik sonuçlar, yöntemin dış ticaret verilerindeki belirsizlik eğilimleriyle ilgili zamansal bilgileri uygun şekilde modelleyebileceğini göstermiştir.

Yang ve ark. (2023), on büyük ülke için dış ticareti tahmin etmek için ticaret ve derin öğrenme modellerini hibridize ederek tahmin performansını artırmak için bir topluluk öğrenme yaklaşımı önermiştir. Önerilen yöntem önce ihracat ve ithalat ile bunların yapısal değişkenleri arasında bir eşbütünlük ilişkisi kurar. Eşbütünlük modeller daha sonra zaman serisi tahminleri ve ekonomik yapısal modellerle karşılaştırılarak ticaret verilerini tahmin etmek için girdi değişkenleri olarak kullanılır. Deneysel sonuçlar, topluluk öğrenme yönteminin test edilen ticaret veri dönemleri için mükemmel tahmin performansı elde edebildiğini ortaya koymuştur.

Ho ve ark. (2020), Kuşak ve Yol Girişimi (BRI) kapsamında ABD'nin Çin ve 14 Asya ülkesinden giyim ithalatındaki değişen modelleri incelemiştir. İkili giyim ticaret akışını açıklamak için BRI politika değişkeni ile genişletilmiş bir yerçekimi modeli oluşturulmuştur. 1998'den 2018'e kadar toplanan verilere dayanarak bir panel regresyon modeli ve YSA geliştirilmiş ve 2019 ticaret modelini tahmin etmek için uygulanmıştır. Sonuçlar, BRI'nin B&R boyunca bazı Asya gelişmekte olan ülkelerin ABD'ye giyim ihracatı üzerinde olumlu bir etkisini göstermiş ve YSA'nın üstün tahmin gücünü ortaya koymuştur.

Yapay zeka yöntemleri, geleneksel ekonometrik modellere kıyasla genellikle daha yüksek tahmin doğruluğu sunabilmektedir (Makridakis ve ark., 1998). Ayrıca değişkenler arasındaki karmaşık ilişkileri daha iyi yakalayabilmektedir (LeCun ve ark., 2015).

Bu çalışmada, Avrupa ülkelerinin ihracat performansını etkileyen faktörlerin analizi ve tahmini için çeşitli yöntemler kullanılmıştır. İlk olarak, 27 Avrupa ülkesinin 2004-2023 yılları arasındaki ekonomik verileri kullanılarak panel veri analizi Hausman testi ile sabit etkiler veya rassal etkiler modelinin uygunluğu belirlenmiştir. Fakat panel veri analiziden daha başarılı bir tahmin yapmak amacıyla, ülkeler ayrı ayrı analiz edilerek, farklı makine öğrenmesi modelleri Destek Vektör Regresyonu (SVR), Karar Ağacı, Rastgele Orman, K-En Yakın Komşu (KNN) ve YSA denenmiştir. Her bir model için ortalama karesel hata (MSE) ve R-kare değerleri hesaplanarak, ülkeler bazında en iyi performans gösteren model belirlenmiştir. Veri seti, mal ve hizmet ihracatı (cari ABD Doları), GSYİH (cari ABD Doları), toplam nüfus, yüksek teknoloji ihracatı (cari ABD Doları), ihracat ağırlıklı mesafe, ithalatçı GSYİH (cari ABD Doları) ve ithalatçı nüfusu gibi değişkenleri içermektedir. Veri seti, trademap.org ve databank.worldbank.org gibi kaynaklardan elde edilmiş ve SQL kullanılarak düzenlenmiştir.

Çalışma sonucunda, model performansının ülkeden ülkeye önemli ölçüde değiştiği ve bazı ülkeler için model tahminlerinin uyumlu, bazılarının ise yetersiz kaldığı görülmüştür. Ayrıca, bu çalışma uluslararası ticaret çekim yaklaşımı ile benzerlik göstermemektedir. Model uyumu düşük olduğundan uzaklığa bağlı değişkenin veri setinden çıkarılması ile sınaama daha başarılı olmuştur.

## **1.1. Veri Ön işleme**

27 AB ülkesinin ihracat verilerine ulaşmak için trademap.org ve databank.worldbank.org kaynaklarından veri çekilmiştir. Ardından, SQL kullanılarak veri setleri üzerinde düzenlemeler yapılmış ve farklı kaynaklardan gelen verilerin uyumluluğu sağlanmıştır. Veri ön işleme işlemlerinden sonra yeniden veri seti üretilmiştir. Bu veri setinde, yüksek teknoloji ihracatı (cari ABD\$) ve ihracat ağırlıklı mesafe değişkenleri çıkarılarak modeller kullanılmıştır.

Çalışmada bulunan değişkenler; ihracat değerleri (**EX**), ihracat yapan ülkenin gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) (**GDPX**), ihracatçı nüfusu (**POPX**), ithalatçı gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) (**IGDP**), ithalatçı nüfusu (**IPOP**) olarak ifade edilmiştir.

Verilere ait tanımlayıcı istatistikler aşağıdaki gibidir.

- **EX:** Ortalama ihracat değeri yaklaşık 250 milyar iken, medyan değerinin 110 milyar civarında olması verilerin sağa çarpık olduğunu göstermektedir. Yani bazı ülkelerin ihracat değerleri diğerlerinden çok daha yüksektir. Verilerin standart sapmasının yüksek olması, ihracat değerlerinin ülkeler arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ifade etmektedir. En düşük ihracat değeri yaklaşık 5 milyar, en yüksek ihracat değeri ise yaklaşık 2 trilyon olarak gözlemlenmiştir.

- **GDPX:** Ortalama GSYİH yaklaşık 554 milyar iken, medyan değeri 229 milyar civarındadır. Bu durum, verilerin sağa çarpık olduğunu ve bazı ülkelerin GSYİH'lerinin diğerlerinden çok daha yüksek olduğunu göstermektedir. Standart sapmanın yüksek olması, GSYİH değerlerinin ülkeler arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ifade eder. En düşük GSYİH yaklaşık 6 milyar, en yüksek GSYİH ise yaklaşık 4 trilyon olarak gözlemlenmiştir.

- **POPX:** Ortalama nüfus yaklaşık 16 milyon iken, medyan değeri 8 milyon civarındadır. Verilerin sağa çarpık olduğu ve bazı ülkelerin nüfusunun



diğerlerinden çok daha yüksek olduğu söylenebilir. Standart sapmanın yüksek olması, nüfusun ülkeler arasında büyük farklılıklar gösterdiğini ifade eder. En düşük nüfus yaklaşık 400 bin, en yüksek nüfus ise yaklaşık 84 milyon olarak gözlemlenmiştir.

- **IGDP:** Ortalama GSYİH yaklaşık 73 trilyon iken, medyan değerinin 74 trilyon civarında olması verilerin nispeten simetrik bir dağılıma sahip olduğunu gösterir. Standart sapma diğer değişkenlere göre daha düşük olsa da, yine de kişi başı GSYİH değerlerinin ülkeler arasında farklılıklar gösterdiğini ifade eder. En düşük kişi başı GSYİH yaklaşık 40 trilyon, en yüksek kişi başı GSYİH ise yaklaşık 103 trilyon olarak gözlemlenmiştir.

- **IPOP:** Ortalama nüfus yaklaşık 7 milyar iken, medyan değeri de 7 milyar civarındadır. Bu durum, verilerin nispeten simetrik bir dağılıma sahip olduğunu gösterir. Diğer değişkenlere göre daha düşük olan standart sapma, ithalatçılarının nüfus değerlerinin ülkeler arasında nispeten daha az farklılık gösterdiğini ifade eder. En düşük ithalatçı nüfusu yaklaşık 6 milyar, en yüksek ithalatçı nüfusu ise yaklaşık 7 milyar olarak gözlemlenmiştir.

## 2. PANEL VERİ MODELİ

Çalışmadaki ülkeler için Hausman testi yapılmıştır. Hausman testi ülkelerin çoğu için, sabit etkiler(SE) modeli yerine rastgele etkiler(RE) modelinin tercih edildiğini göstermektedir. Bununla birlikte Slovakya ve Avusturya için testin sonucu, sabit etkiler modelinin tercih edildiğini göstermektedir. Sonuçlar Tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Hausman Testi Sonuçları

Ülke	p	Ülke	p	Ülke	p
------	---	------	---	------	---

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

<b>Yunanistan</b>	0.2513	RE	<b>Hollanda</b>	0.2544	RE	<b>Finlandiya</b>	0.774	RE
<b>Almanya</b>	0.7064	RE	<b>Malta</b>	0.397	RE	<b>Estonya</b>	0.3125	RE
<b>İsveç</b>	0.3821	RE	<b>Lüksemburg</b>	0.0604	RE	<b>Danimarka</b>	0.0978	RE
<b>İspanya</b>	0.3669	RE	<b>Litvanya</b>	0.2568	RE	<b>Çekya</b>	0.3709	RE
<b>Slovenya</b>	0.8856	RE	<b>Letonya</b>	0.4876	RE	<b>Kıbrıs</b>	0.2508	RE
<b>Slovakya</b>	0.0057	SE	<b>İtalya</b>	0.1577	RE	<b>Hırvatistan</b>	0.1195	RE
<b>Romanya</b>	0.9002	RE	<b>İrlanda</b>	0.1681	RE	<b>Bulgaristan</b>	0.1833	RE
<b>Portekiz</b>	0.2433	RE	<b>Macaristan</b>	0.4061	RE	<b>Belçika</b>	0.8826	RE
<b>Polonya</b>	0.4749	RE	<b>Fransa</b>	0.316	RE	<b>Avusturya</b>	0.0255	SE

Panel veri analizinde, tüm zaman dilimlerinde tam veri varsa dengeli panel, bazı birimlerin bazı zamanlarda eksik verisi varsa dengesiz panel söz konusudur. Birimler veya zamanlar arasındaki farklılıklar, model katsayılarını önemli ölçüde etkileyebilir veya önemsiz olabilir. İstatistiksel testlerle bu farklılıkların anlamsız çıkması durumunda sabit katsayılı modeller, anlamlı çıkması durumunda ise değişken katsayılı modeller tercih edilir. Panel veri analizi, gözlemlenemeyen birim etkilerini ortaya çıkarabilir. Bu etkiler, rastgele bir değişken olarak değerlendirildiğinde tesadüfi etkiler modeli, her bir gözlem için tahmin edilen bir parametre olarak görüldüğünde ise sabit etkiler modeli kullanılır. Benzer şekilde, birimlerin ana kütlede rastgele veya özel olarak seçilmesi durumunda da sırasıyla tesadüfi etkiler veya sabit etkiler modeli kullanılır.

**Tablo 2.2. Panel Veri Modeli Performans Değerleri**

Country	Parameter	Coefficient	Std. Err.	t	P-value
<b>Yunanistan</b>	RE Sabit	0	0.0004	-0.78	0.4484
<b>Yunanistan</b>	RE GDPX	0.18	0.0533	13575	0.0039
<b>Yunanistan</b>	RE POPX	-5382	6925	-0.78	0.4484
<b>Yunanistan</b>	RE IGDP	0,0009	0.0004	42401	0.0461
<b>Yunanistan</b>	RE IPOPOP	2929	13083	0.22	0.8257
<b>Almanya</b>	RE Sabit	0,0001	0.0001	0.94	0.3618
<b>Almanya</b>	RE GDPX	0.289	0.0972	35827	0.0089
<b>Almanya</b>	RE POPX	10177	10841	0.94	0.3618
<b>Almanya</b>	RE IGDP	0.016	0.0058	28887	0.0131
<b>Almanya</b>	RE IPOPOP	-197	150.47	-1.31	0.2093
<b>İsveç</b>	RE Sabit	0.05	0.0094	46143	0,00008

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

İsveç	RE	GDPX	0.332	0.0651	45296	0.0001
İsveç	RE	POPX	200000	42568	46143	0,00008
İsveç	RE	IGDP	0.004	0.0006	18050	0,000008
İsveç	RE	IPOP	-331	62706	-5.28	0,00007
İspanya	RE	Sabit	0	0.0002	-0.01	0.9936
İspanya	RE	GDPX	0.136	0.0725	32143	0.0789
İspanya	RE	POPX	-69.6	8590.4	-0.01	0.9936
İspanya	RE	IGDP	0.005	0.0013	31107	0.0014
İspanya	RE	IPOP	-16.2	56.83	-0.29	0.7787
Slovenya	RE	Sabit	-0.01	0.0078	-1.66	0.1159
Slovenya	RE	GDPX	0.55	0.1224	17989	0.0004
Slovenya	RE	POPX	#####	13526	-1.66	0.1159
Slovenya	RE	IGDP	0,0003	0.0001	31413	0.0818
Slovenya	RE	IPOP	5026	47804	45413	0.3087
Slovakya	SE	Sabit	0.003	0.0019	25934	0.1075
Slovakya	SE	GDPX	0.194	0.1657	42736	0.2593
Slovakya	SE	POPX	16120	9452.1	25934	0.1075
Slovakya	SE	IGDP	0.002	0.0004	43556	0.0007
Slovakya	SE	IPOP	-19.4	93779	-2.07	0.0553
Romanya	RE	Sabit	0	0,00005	-3.06	0.0075
Romanya	RE	GDPX	0.089	0.0436	45353	0.0588
Romanya	RE	POPX	-4249	1390.3	-3.06	0.0075
Romanya	RE	IGDP	0.001	0.0003	31472	0.0014
Romanya	RE	IPOP	6557	64387	45323	0.3236
Portekiz	RE	Sabit	0,0001	0.0005	0.24	0.8133
Portekiz	RE	GDPX	0.152	0.0956	21551	0.1311
Portekiz	RE	POPX	1487	6193.4	0.24	0.8133
Portekiz	RE	IGDP	0.001	0.0004	13210	0.004
Portekiz	RE	IPOP	-8.83	10856	-0.81	0.4279
Polonya	RE	Sabit	0	0,00009	-4.45	0.0004
Polonya	RE	GDPX	0.428	0.0996	47209	0.0006
Polonya	RE	POPX	#####	4013.7	-4.45	0.0004
Polonya	RE	IGDP	0	0.0015	-0.33	0.746
Polonya	RE	IPOP	102.8	31313	46813	0.0047
Hollanda	RE	Sabit	0.005	0.0022	13912	0.0301
Hollanda	RE	GDPX	0.243	0.1022	13912	0.0303
Hollanda	RE	POPX	63315	26608	13912	0.0301

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

<b>Hollanda</b>	RE	IGDP	0.011	0.0018	42522	0,00001
<b>Hollanda</b>	RE	IPOP	-195	71034	-2.74	0.0145
<b>Malta</b>	RE	Sabit	0.012	0.0242	0.51	0.6152
<b>Malta</b>	RE	GDPX	1417	0.3528	45326	0.001
<b>Malta</b>	RE	POPX	13406	26150	0.51	0.6152
<b>Malta</b>	RE	IGDP	0,0002	0,00007	42767	0.0456
<b>Malta</b>	RE	IPOP	-2.21	17332	-1.27	0.2211
<b>Lüksemburg</b>	RE	Sabit	-0.86	0.1359	-6.33	0,00001
<b>Lüksemburg</b>	RE	GDPX	2036	0.3834	11444	0,00007
<b>Lüksemburg</b>	RE	POPX	500000	78455	12206	0,00001
<b>Lüksemburg</b>	RE	IGDP	0	0.0004	-0.74	0.4679
<b>Lüksemburg</b>	RE	IPOP	-36.4	4305	-8.46	3E-07
<b>Litvanya</b>	RE	Sabit	0,0004	0.0007	0.58	0.5694
<b>Litvanya</b>	RE	GDPX	0.47	0.1503	41334	0.0065
<b>Litvanya</b>	RE	POPX	2385	4105.7	0.58	0.5694
<b>Litvanya</b>	RE	IGDP	0,0007	0.0002	31079	0.0117
<b>Litvanya</b>	RE	IPOP	-6.1	32445	-1.88	0.0783
<b>Letonya</b>	RE	Sabit	0	0.0006	-0.05	0.9602
<b>Letonya</b>	RE	GDPX	0.095	0.0644	17533	0.1586
<b>Letonya</b>	RE	POPX	-119	2346.8	-0.05	0.9602
<b>Letonya</b>	RE	IGDP	0,0004	0,00007	34455	0,00002
<b>Letonya</b>	RE	IPOP	-2.15	11835	-1.82	0.088
<b>İtalya</b>	RE	Sabit	0	0,00005	-0.54	0.5976
<b>İtalya</b>	RE	GDPX	0.22	0.0551	36220	0.0011
<b>İtalya</b>	RE	POPX	-4025	7474	-0.54	0.5976
<b>İtalya</b>	RE	IGDP	0.004	0.002	35431	0.0658
<b>İtalya</b>	RE	IPOP	43435	70675	0.17	0.8653
<b>İrlanda</b>	RE	Sabit	-0.05	0.0154	-3.31	0.0045
<b>İrlanda</b>	RE	GDPX	1446	0.0843	45339	1E-11
<b>İrlanda</b>	RE	POPX	#####	70948	-3.31	0.0045
<b>İrlanda</b>	RE	IGDP	0.003	0.0007	22737	0.0003
<b>İrlanda</b>	RE	IPOP	106.7	46047	11720	0.034
<b>Macaristan</b>	RE	Sabit	0,001	0.0003	30348	0.0122
<b>Macaristan</b>	RE	GDPX	0.446	0.0852	45413	0,00008
<b>Macaristan</b>	RE	POPX	11486	4065.3	30348	0.0122
<b>Macaristan</b>	RE	IGDP	0.002	0.0003	14366	0,00006
<b>Macaristan</b>	RE	IPOP	-26.6	81557	-3.26	0.0049

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

<b>Fransa</b>	RE	Sabit	0,0006	0.0003	47150	0.0356
<b>Fransa</b>	RE	GDPX	0.072	0.0669	45474	0.3002
<b>Fransa</b>	RE	POPX	28390	12372	47150	0.0356
<b>Fransa</b>	RE	IGDP	0.011	0.0029	26359	0.0019
<b>Fransa</b>	RE	IPOP	-289	122.6	-2.36	0.0314
<b>Finlandiya</b>	RE	Sabit	0.003	0.0062	0.46	0.6515
<b>Finlandiya</b>	RE	GDPX	0.516	0.1397	25263	0.002
<b>Finlandiya</b>	RE	POPX	12528	27221	0.46	0.6515
<b>Finlandiya</b>	RE	IGDP	0,0002	0.0006	0.33	0.7492
<b>Finlandiya</b>	RE	IPOP	-15.9	23484	-0.68	0.507
<b>Estonya</b>	RE	Sabit	0.011	0.0036	41699	0.0064
<b>Estonya</b>	RE	GDPX	0.193	0.1085	28491	0.0937
<b>Estonya</b>	RE	POPX	18402	5864	41699	0.0064
<b>Estonya</b>	RE	IGDP	0,0005	0,00008	27546	0,000005
<b>Estonya</b>	RE	IPOP	-6.74	15826	-4.26	0.0006
<b>Danimarka</b>	RE	Sabit	0.02	0.0135	17168	0.1599
<b>Danimarka</b>	RE	GDPX	0.397	0.1752	46419	0.0375
<b>Danimarka</b>	RE	POPX	69067	46854	17168	0.1599
<b>Danimarka</b>	RE	IGDP	0.003	0.001	35827	0.0089
<b>Danimarka</b>	RE	IPOP	-78	41351	-1.89	0.0776
<b>Çekya</b>	RE	Sabit	0.001	0.0006	42036	0.0471
<b>Çekya</b>	RE	GDPX	0.165	0.0619	24139	0.0171
<b>Çekya</b>	RE	POPX	11819	5494.3	42036	0.0471
<b>Çekya</b>	RE	IGDP	0.003	0.0004	21002	0,000001
<b>Çekya</b>	RE	IPOP	-29.1	10426	-2.79	0.013
<b>Kıbrıs</b>	RE	Sabit	-0.11	0.0067	-17.1	1E-11
<b>Kıbrıs</b>	RE	GDPX	0.381	0.0439	25051	2E-07
<b>Kıbrıs</b>	RE	POPX	#####	9803.5	-17.1	1E-11
<b>Kıbrıs</b>	RE	IGDP	0,0002	0,00001	45462	1E-12
<b>Kıbrıs</b>	RE	IPOP	25.35	15906	45550	3E-11
<b>Hırvatistan</b>	RE	Sabit	0	0.0004	-2.64	0.0178
<b>Hırvatistan</b>	RE	GDPX	0.419	0.1028	45508	0.0009
<b>Hırvatistan</b>	RE	POPX	#####	4071.6	-2.64	0.0178
<b>Hırvatistan</b>	RE	IGDP	0	0.0002	-0.3	0.7662
<b>Hırvatistan</b>	RE	IPOP	6824	35551	33604	0.0729
<b>Bulgaristan</b>	RE	Sabit	0	0.0002	-0.87	0.3985
<b>Bulgaristan</b>	RE	GDPX	0.212	0.0879	15008	0.0283

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

<b>Bulgaristan</b>	RE	POPX	-1543	1778.9	-0.87	0.3985
<b>Bulgaristan</b>	RE	IGDP	0,0006	0.0002	34029	0.0012
<b>Bulgaristan</b>	RE	IPOP	-1.94	30363	-0.64	0.5312
<b>Belçika</b>	RE	Sabit	0,0005	0.0046	0.11	0.9168
<b>Belçika</b>	RE	GDPX	0.74	0.209	19784	0.0027
<b>Belçika</b>	RE	POPX	4019	37880	0.11	0.9168
<b>Belçika</b>	RE	IGDP	0.002	0.0015	22647	0.1247
<b>Belçika</b>	RE	IPOP	-26	63259	-0.41	0.6864
<b>Avusturya</b>	SE	Sabit	0.016	0.0024	26085	0,000005
<b>Avusturya</b>	SE	GDPX	0.227	0.0614	45476	0.0019
<b>Avusturya</b>	SE	POPX	99867	14889	26085	0,000005
<b>Avusturya</b>	SE	IGDP	0.004	0.0005	45300	1E-07
<b>Avusturya</b>	SE	IPOP	-143	19948	-7.19	0,000002

Elde edilen bulgulara göre, ülkelerin p değerleri 0.001 altında çıkmıştır. Ayrıca GSYİH'nın ihracat üzerindeki etkisi incelenen ülkelerin çoğunda istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. GSYİH'daki bir birimlik artışın, ihracatta pozitif bir etkiye neden olduğu gözlemlenmiştir. Ancak, diğer değişkenlerin (nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi, nüfus ve yıl etkileşimi) etkileri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir ve bazı durumlarda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Avusturya modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.2271 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.87'sini açıklamaktadır.

Belçika modelinde, GSYİH'nın ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.7399 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %94.82'sini açıklamaktadır.

Bulgaristan modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış,

ihracatta 0.2119 birimlik bir artışa neden olurken, nüfusun etkisi anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.27'sini açıklamaktadır.

Hırvatistan modelinde, GSYİH'nın ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır ve bir birimlik artış, ihracatta 0.4194 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Nüfusun etkisi de istatistiksel olarak anlamlıdır, ancak negatif yönlüdür. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %91.37'sini açıklamaktadır.

Kıbrıs Rum Kesimi modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.3810 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %99.27'sini açıklamaktadır.

Çekya modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.1647 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.96'sını açıklamaktadır.

Danimarka modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.3974 birimlik bir artışa neden olurken, nüfus ve yıl etkileşiminin etkisi anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %94.18'ini açıklamaktadır.

Estonya modelinde, Nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.47'sini açıklamaktadır.

Finlandiya modelinde, GSYİH'nın ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.5159 birimlik bir

artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %75.28'ini açıklamaktadır.

Fransa modelinde, modelinde, Nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %92.77'sini açıklamaktadır.

Almanya modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.2893 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %96.73'ünü açıklamaktadır.

Yunanistan modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.1797 birimlik bir artışa neden olurken, nüfus ve yıl etkileşiminin etkisi anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %83.84'ünü açıklamaktadır.

Macaristan modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.4464 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %97.27'sini açıklamaktadır.

İrlanda modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 1.4463 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.96'sını açıklamaktadır.

İtalya modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.2198 birimlik bir artışa neden olurken, nüfus ve yıl etkileşiminin



etkisi anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %88.68'ini açıklamaktadır.

Letonya modelinde, GSYİH ve nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.53'ünü açıklamaktadır. Litvanya modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.4704 birimlik bir artışa neden olurken, nüfusun etkisi anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %97.62'sini açıklamaktadır.

Lüksemburg modelinde, GSYİH ve nüfusun ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 2.0360 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.98'ini açıklamaktadır.

Malta modelinde, GSYİH ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 1.4173 birimlik bir artışa neden olurken, nüfus ve yıl etkileşiminin etkisi anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %99.31'ini açıklamaktadır.

Hollanda modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.2429 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.17'sini açıklamaktadır.

Polonya modelinde, GSYİH ve nüfus ile yıl etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.4277 birimlik bir artışa neden olurken, nüfusun ve GSYİH ile nüfus etkileşiminin etkileri anlamlı bulunmamıştır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %98.15'ini açıklamaktadır.

Portekiz modelinde, GSYİH ve nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %93.33'ünü açıklamaktadır. Slovakya modelinde, GSYİH ve nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %97.46'sını açıklamaktadır.

Slovenya modelinde, GSYİH'nın ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.5498 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %96.41'ini açıklamaktadır.

İspanya modelinde, GSYİH ve nüfus etkileşiminin ihracat üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlıdır. GSYİH'nın etkisi ise marjinal olarak anlamlıdır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %92.33'ünü açıklamaktadır.

İsveç modelinde, GSYİH, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşiminin tümü ihracat üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özellikle GSYİH'daki bir birimlik artış, ihracatta 0.3321 birimlik bir artışa neden olmaktadır. Model, ihracattaki toplam varyasyonun %94.84'ünü açıklamaktadır.

### **3. YAPAY SİNİR AĞLARI**

Yapay zekanın bir alt dalı YSA algoritmaları katmanlı bir yapıda olup iletimi sağlayan nöronlar ve bağlı düğümler içeren insan beyninden esinlenerek veri işleyen bir derin öğrenmedir (Ceylan, 2004). Bu sayede, doğrusal olmayan veri ilişkilerini, yapılandırılmamış veya yarı yapılandırılmış verileri ve modelin işleme kurallarını bilmeksizin analiz gerçekleştirilebilmektedir (Erdem ve Uzun 2005).

YSA modelleri, verileri işleyen girdi katmanı, işlenmiş veya girdi katmanındaki verileri işleyen gizli katman, çeşitli sayıda çıktı düğümünden

oluşan çıktı katmanı, hata ve hatayı azaltmak üzere ağırlık değerlerine sahiptir (Öztemel, 2003).

YSA için geliştirilen algoritmalar ileri beslemeli ise giriş katmanından gelen bilgiler değişiklik olmadan gizli katmana farklı iletilir ve diğer katmanlarda ağırlıklandırılır (Svozil ve ark., 1997). Geri beslemeli ise en az bir hücrenin çıkışı kendisine veya başka bir hücreye aktarılarak genellikle gecikmelerde kullanılır (Hecht-Nielsen, 1992).

**Tablo 3.1. Ülkelere İlişkin YSA Sonuçları**

Ülke	İlk Veri Seti		10 Yıl Ek Veri Eklenmiş Veri Seti	
	MSE	R <sup>2</sup>	MSE	R <sup>2</sup>
<b>Yunanistan</b>	4.95E+21	-16.0766	3.72E+21	-49.4076
<b>Almanya</b>	2.41E+24	-11.0174	2.16E+24	-21.8107
<b>İsveç</b>	5.30E+22	-16.4043	4.74E+22	-34.1008
<b>İspanya</b>	1.59E+23	-13.3472	1.42E+23	-27.1243
<b>Slovenya</b>	1.39E+21	-5.77012	1.02E+21	-12.4863
<b>Slovakya</b>	6.25E+21	-5.64037	5.73E+21	-9.73622
<b>Romanya</b>	6.15E+21	-2.21607	4.24E+21	-4.09354
<b>Portekiz</b>	6.92E+21	-9.16035	5.72E+21	-22.8622
<b>Polonya</b>	6.85E+22	-2.9211	4.61E+22	-5.5386
<b>Hollanda</b>	4.22E+23	-10.2677	3.62E+23	-21.3717
<b>Malta</b>	4.20E+20	-2.50658	2.72E+20	-4.4682
<b>Lüksemburg</b>	1.50E+22	-3.73145	1.09E+22	-7.21861
<b>Litvanya</b>	1.25E+21	-2.8125	8.82E+20	-5.12593
<b>Letonya</b>	2.89E+20	-3.02183	2.35E+20	-5.29121
<b>İtalya</b>	3.20E+23	-24.835	2.86E+23	-55.194
<b>İrlanda</b>	1.96E+23	-2.81473	1.04E+23	-4.01809
<b>Macaristan</b>	1.20E+22	-7.75408	1.02E+22	-14.6344
<b>Fransa</b>	5.50E+23	-23.5339	5.01E+23	-45.8012
<b>Finlandiya</b>	9.45E+21	-32.2398	8.14E+21	-64.4355
<b>Estonya</b>	3.86E+20	-3.46153	2.95E+20	-6.74926
<b>Danimarka</b>	3.15E+22	-10.1704	2.63E+22	-20.4319
<b>Çekya</b>	2.22E+22	-5.1111	1.90E+22	-8.69843
<b>Kıbrıs</b>	3.23E+20	-5.74496	2.06E+20	-15.285
<b>Hırvatistan</b>	6.61E+20	-8.12026	4.49E+20	-27.5353

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

<b>Bulgaristan</b>	1.22E+21	-2.65496	8.92E+20	-5.24446
<b>Belçika</b>	1.56E+23	-11.8884	1.30E+23	-28.2062
<b>Avusturya</b>	4.42E+22	-13.1505	3.92E+22	-26.0747

Her iki veri seti için YSA sonuçları incelendiğinde değerlerin düşük çıktığı görülmektedir. Veri eklendiğinde dahi sabit etkiler ve rassal etkiler gibi iki farklı modelin karmaşıklığını yakalayamamıştır. Bu nedenle ilk veri seti kullanılarak tahmin etmek üzere doğrusal olmayan ilişkileri incelemek için destek vektör regresyonu, karmaşık ilişkileri bulan karar ağacı regresyonu, farklı ve çoklu karar ağacı ile inceleyen rastgele orman regresyonu, ilişkilerin yakınlığına göre seçen K-en yakın komşu regresyonu kullanılmıştır.

**Tablo 3.2. Ülkeler Bazında En İyi Modeli Gösteren Değerler**

Ülke	En İyi Model	MSE	R-kare
<b>Kıbrıs</b>	Rastgele Orman	5.90E+16	0.995335
<b>Malta</b>	Rastgele Orman	7.55E+16	0.998481
<b>Letonya</b>	Karar Ağacı	3.10E+17	0.991714
<b>Estonya</b>	Rastgele Orman	1.38E+18	0.963733
<b>Litvanya</b>	Karar Ağacı	2.20E+18	0.984746
<b>Hrvatistan</b>	Karar Ağacı	3.18E+18	0.797975
<b>Bulgaristan</b>	Karar Ağacı	4.29E+18	0.969959
<b>Slovenya</b>	Karar Ağacı	4.87E+18	0.935603
<b>Lüksemburg</b>	Rastgele Orman	1.12E+19	0.991565
<b>Portekiz</b>	Karar Ağacı	1.17E+19	0.951181
<b>Finlandiya</b>	Rastgele Orman	1.41E+19	0.886731
<b>Danimarka</b>	Karar Ağacı	1.52E+19	0.987604
<b>Macaristan</b>	Rastgele Orman	1.63E+19	0.974951
<b>Romanya</b>	Rastgele Orman	2.00E+19	0.975962
<b>Slovakya</b>	Karar Ağacı	2.16E+19	0.959581
<b>Polonya</b>	Rastgele Orman	2.61E+19	0.996299
<b>Çekya</b>	Rastgele Orman	6.44E+19	0.967106
<b>Yunanistan</b>	Rastgele Orman	7.08E+19	0.0416595
<b>Avusturya</b>	Rastgele Orman	9.89E+19	0.931614
<b>İsveç</b>	Rastgele Orman	2.19E+20	0.837697
<b>İrlanda</b>	KNN	2.66E+20	0.987147
<b>Belçika</b>	Karar Ağacı	3.37E+20	0.924471

<b>İtalya</b>	Rastgele Orman	5.00E+20	0.901925
<b>Hollanda</b>	Rastgele Orman	9.83E+20	0.939247
<b>İspanya</b>	Rastgele Orman	1.61E+21	0.680602
<b>Fransa</b>	Rastgele Orman	1.92E+21	0.821179
<b>Almanya</b>	Rastgele Orman	6.93E+21	0.926921

En düşük MSE değerlerine göre, ülkelerin çoğunda rastgele orman algoritmasının en iyi performansı gösterdiği görülmüştür. Ancak Yunanistan için en iyi model rastgele orman olmasına rağmen, R-kare değeri düşük çıkmıştır.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışma, 27 Avrupa ülkesinin 2004-2022 yılları arasındaki ihracat performansını etkileyen faktörleri incelemeyi ve tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, yüksek teknoloji ihracatı, mal ve hizmet ithalatı, istihdam oranı ve nüfus artış hızı gibi ekonomik değişkenlerin etkileri, panel veri modeli, yapay sinir ağları ve çeşitli makine öğrenmesi modelleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Sonuçlar, GSYİH'nın yani ekonomik büyümenin ihracat üzerinde genel olarak pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, nüfus, GSYİH ve nüfus etkileşimi ile nüfus ve yıl etkileşimi gibi diğer değişkenlerin etkileri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Diğer taraftan Rastgele Orman, Kıbrıs, Malta, Estonya, Lüksemburg, Macaristan, Polonya, Çekya, Avusturya ve İsveç gibi birçok ülke için, Karar Ağacı, Letonya, Litvanya, Hırvatistan, Bulgaristan, Slovenya, Portekiz ve Danimarka için ve Destek Vektör Regresyonu (SVR), Almanya, Hollanda, Fransa ve İtalya için en iyi performans gösteren model algoritmaları olmuştur. Ancak, Yunanistan için tüm modellerin tahmin performansı düşük çıkmıştır.

Bu sonuçlar göre makine öğrenmesi modellerinin, özellikle veri setinin sınırlı olduğu durumlarda, ihracat performansını tahmin etmede kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak, model performansının ülkeden

ülkeye değişebileceği ve bazı ülkeler için model tahminlerinin yetersiz kalabileceği de görülmüştür. Bu nedenle, gelecekteki çalışmalarda daha fazla veri ve farklı özellikleri ele alınabilir. Ayrıca, farklı makine öğrenmesi algoritmaları ve hiperparametre ayarları denenerek, her ülke için en uygun modelin belirlenmesi süreci sağlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Adewole, A. P., Akinwale, A. T., & Akintomide, A. B. (2011). Artificial neural network model for forecasting foreign exchange rate.
- Aliahmadi, A., Jafari-Eskandari, M., Mozafari, M., & Nozari, H. (2013). Comparing artificial neural networks and regression methods for predicting crude oil exports. *International Journal of Information, Business and Management*, 5(2), 40-58.
- Anderson, J. (1979). EA Theoretical Foundation of the Gravity Model. *American Economic Review*, 69(1).
- Anderson, James, E., and Eric van Wincoop. 2003. "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle ." *American Economic Review*, 93 (1): 170–192. DOI: 10.1257/000282803321455214
- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2008). *Mostly Harmless Econometrics*. Princeton University Press.
- Arellano, M. (2003). *Panel data econometrics*. OUP Oxford.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
- Armstrong, J. S., & Collopy, F. (1992). Error measures for generalizing about forecasting methods: Empirical comparisons. *International Journal of Forecasting*, 8(1), 69-80.
- Bai, Y., Wang, S., & Zhang, X. (2022). Foreign trade survey data: Do they help in forecasting exports and imports?. *Journal of Systems Science and Complexity*, 35(5), 1839-1862.
- Baier, S. L., & Bergstrand, J. H. (2007). Do free trade agreements actually increase members' international trade? *Journal of International Economics*, 71(1), 72-95.

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

- Baldwin, R. (2016). *Global value chains: Why they emerged, why they matter, and where they are going*. CEPR Press.
- Baldwin, R., & Lopez-Gonzalez, J. (2013). Supply-chain trade: A portrait of global patterns and several testable hypotheses. *The World Economy*, 38(11), 1682-1721.
- Baltagi, B. H., & Baltagi, B. H. (2008). *Econometric analysis of panel data* (Vol. 4, pp. 135-145). Chichester: Wiley.
- Bengio, Y. & Courville, A. & Vincent, Pl. (2013). Representation Learning: A Review and New Perspectives. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*. 35. 1798-1828. 10.1109/TPAMI.2013.50.
- Bergstrand, J. H. (1985). The gravity equation in international trade: some microeconomic foundations and empirical evidence. *The review of economics and statistics*, 474-481.
- Caporale, T., & Doroodian, K. (1994). Exchange rate variability and the flow of international trade. *Economics Letters*, 46(1), 49-54.
- Ceylan, M. (2004). Kompleks değerli yapay sinir ağları ile algoritma geliştirilmesi ve uygulamaları.
- Chen, K., Zhou, Y., & Dai, F. (2015). A LSTM-based method for stock returns prediction: A case study of China stock market. In 2015 IEEE International Conference on Big Data (pp. 2823-2824). IEEE.
- Circlaey, S., Kanitkar, C., & Kumazawa, D. (2017). Bilateral Trade Flow Prediction.
- De Myttenaere, A., Golden, B., Le Grand, B., & Rossi, F. (2016). Mean absolute percentage error for regression models. *Neurocomputing*, 192, 38-48.
- Egger, P. (2002). An econometric view on the estimation of gravity models and the calculation of trade potentials. *The World Economy*, 25(2), 297-312.



- Egger, P. and Pfaffermayr, M. (2003) The Proper Panel Econometric Specification of the Gravity Equation: A Three-Way Model with Bilateral Interaction Effects. *Empirical Economics*, 28, 571-580. <https://doi.org/10.1007/s001810200146>
- Erdem, O. A., & Uzun, E. (2005). Yapay Sinir Ağları İle Türkçe Times New Roman, Arial Ve Elyazısı Karakterleri Tanıma. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(1).
- Frankel, J. A., & Romer, D. (1999). Does trade cause growth? *American Economic Review*, 89(3), 379-399.
- Garson, G. D. (1991). Interpreting neural-network connection weights. *AI expert*, 6(4), 47-51.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Guidotti, R., Monreale, A., Turini, F., Giannotti, F., & Pedreschi, D. (2018). A survey of methods for explaining black box models. *ACM computing surveys (CSUR)*, 51(5), 1-42.
- Gul, Sajid. (2014). Determinants of Pakistan's Export Performance.
- Gulzar, Y., Oral, C., Kayakus, M., Erdogan, D., Unal, Z., Eksili, N., & Caylak, P. C. (2024). Predicting High Technology Exports of Countries for Sustainable Economic Growth by Using Machine Learning Techniques: The Case of Turkey. *Sustainability*, 16(13), 5601.
- Halevy, A., Norvig, P., & Pereira, F. (2009). The unreasonable effectiveness of data. *IEEE Intelligent Systems*, 24(2), 8-12.
- Haykin, S. (2009). *Neural networks and learning machines* (3rd ed.). Pearson Education.
- Head, K., & Mayer, T. (2014). Gravity equations: Workhorse, toolkit, and cookbook. In G. Gopinath, E. Helpman, & K. Rogoff (Eds.), *Handbook of international economics* (Vol. 4, pp. 131-195). Elsevier.

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

- Hecht-Nielsen, R. (1992). Theory of the backpropagation neural network. In *Neural networks for perception* (pp. 65-93). Academic Press.
- Helpman, E., & Krugman, P. (1987). *Market structure and foreign trade: Increasing returns, imperfect competition, and the international economy*. MIT press.
- Ho, D. C. K., Chan, E. M. H., Yip, T. L., & Tsang, C. W. (2020). The United States' clothing imports from Asian countries along the Belt and Road: An extended gravity trade model with application of artificial neural network. *Sustainability*, 12(18), 7433.
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Huang, X., & Chen, X. (2022). A quantitative model of international trade based on deep neural network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022(1), 9811358.
- Hyndman, R. J., & Koehler, A. (2006). Another look at measures of forecast accuracy. *International Journal of Forecasting*, 22(4), 679-688.
- Joseph Acquah, Alex Emmanuel Nti, Isaac Ampofi, David Akorli. (2022). Artificial Neural Network Model for Predicting Exchange Rate in Ghana: A Case of GHS/USD. *American Journal of Mathematical and Computer Modelling*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.11648/j.ajmcm.20220701.11>
- Kohzadi, N., Boyd, M. S., Kaastra, I., & Kermanshahi, B. (1996). A comparison of artificial neural network and time series models for forecasting commodity prices. *Neurocomputing*, 10(2), 169-181.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Liu Ying & Cui Riming, 2008. "Function simulation of FDI, foreign trade and regional GDP in China," *Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies*, Emerald Group Publishing Limited, vol. 1(3), pages 232-243, October.

- Makridakis, S., Wheelwright, S. C., & Hyndman, R. J. (1998). *Forecasting: Methods and applications* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Nummelin, T. & Hänninen, R. (2016). Model for international trade of sawnwood using machine learning models. 10.13140/RG.2.2.26478.41284.
- Nuroğlu, E. (2014). Estimating and forecasting trade flows by panel data analysis and neural networks. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 85-111.
- Özekicioğlu, H., & Soyyiğit, S. (2019). Dış Ticaret ve Göç İlişkisi Üzerine Bir Çekim Modeli Analizi: Almanya Örneği. *Journal of Economy Culture and Society*(60), 125-143. <https://doi.org/10.26650/JECS2019-0015>
- Özer, M., & Çiftçi, N. (2009). Ar-Ge harcamaları ve ihracat ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(3), 39-50.
- Öztemel, E. (2003). *Yapay sinir ağları. PapatyaYayincilik, İstanbul.*
- Papazoglou, C., Pentecost, E. J., & Marques, H. (2006). A gravity model forecast of the potential trade effects of EU enlargement: Lessons from 2004 and path-dependency in integration. *World Economy*, 29(8), 1077-1089.
- Plikynas D. ve Akbar Y.H., 2006. "Neural Network Approaches to Estimating FDI Flows: Evidence from Central and Eastern Europe," *Eastern European Economics*, Taylor & Francis Journals, vol. 44(3), pages 29-59, May.
- Pradhan, R. & Rajesh, K. (2010). Forecasting Exchange Rate in India: An Application of Artificial Neural Network Model. *Journal of Mathematics Research*. 2. 10.5539/jmr.v2n4p111.
- Rose, A. K. (2000). One money, one market: Estimating the effect of common currencies on trade. *Economic Policy*, 15(30), 7-45.

- Sargento, A. L., Ramos, P. N., & Hewings, G. J. (2012). Inter-regional trade flow estimation through non-survey models: An empirical assessment. *Economic Systems Research*, 24(2), 173-193.
- Sen, R., Heim, G., & Zhu, Q. (2022). Artificial intelligence and machine learning in cybersecurity: Applications, challenges, and opportunities for mis academics. *Communications of the Association for Information Systems*, 51(1), 28.
- Shen, M. L., Lee, C. F., Liu, H. H., Chang, P. Y., & Yang, C. H. (2021). Effective multinational trade forecasting using LSTM recurrent neural network. *Expert Systems with Applications*, 182, 115199.
- Srivastava, N. & Hinton, G. & Krizhevsky, A. & Sutskever, I. & Salakhutdinov, R. (2014). Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting. *Journal of Machine Learning Research*. 15. 1929-1958.
- Svozil, D., Kvasnicka, V., & Pospichal, J. (1997). Introduction to multi-layer feed-forward neural networks. *Chemometrics and intelligent laboratory systems*, 39(1), 43-62.
- Tinbergen, J. (1962) *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*. The Twentieth Century Fund, New York.
- Tong, Ye. (2023). Literature Review in International Trade Forecasting Based in Machine Learning Method. *SHS Web of Conferences*. 154. 03025. 10.1051/shsconf/202315403025.
- Varian, H. R. (2014). Big data: New tricks for econometrics. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3-28.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data* (2nd ed.). MIT Press.
- Yang, C. H., Lee, C. F., & Chang, P. Y. (2023). Export-and import-based economic models for predicting global trade using deep learning. *Expert Systems with Applications*, 218, 119590.

*YAPAY SİNİR AĞLARI VE PANEL VERİ ANALİZİ KULLANILARAK AVRUPA BİRLİĞİ  
ULUSLARARASI TİCARETİNİN TAHMİN EDİLMESİ*

- Yang, W., Liu, Y., & Xin, Y. (2021). Analysis of Influencing Factors of Import and Export Based on Neural Network Gray Prediction. a a, 1, 1.
- Zhang, G., Patuwo, B. E., & Hu, M. Y. (1998). Forecasting with artificial neural networks:: The state of the art. *International journal of forecasting*, 14(1), 35-62.

# BÖLÜM 4

## **KAN GRUBU, SAÇ TİPİ, YAŞ FAKTÖRLERİNİN MEDENİ DURUM, SİGARA VE STRES FAKTÖRLERİNE OLAN ETKİSİNİN ODSS YÖNTEMİ İLE HESAPLANMASI\***

*Sümeyye LEVENT<sup>1</sup>  
Nurhan HALİSDEMİR<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Firat Üniversitesi, 0000-0003-3990-3242

<sup>2</sup> Doç. Dr. Firat Üniversitesi, 0000-0003-2151-7917

\* Yüksek lisans 674743 tez nolu çalışmanın 2. Bölümünden yapılmıştır.

## GİRİŞ

Günümüzde saçlar insanların dış görünüşü açısından önemli bir role sahiptir. İnsanlar çoğunlukla saçlarını dikkate alır. Gerek çalışma hayatında gerek sosyal hayatta saçlar daima ön plana çıkmaktadır.

Saç dökülmesi probleminin etkisi her birey üzerinde farklıdır. Saç dökülme problemini en iyi bireyin kendisi gözlemleyebilir.

Saç dökülme probleminin temel nedeni, genetik unsurlar olsa da çeşitli hastalıklar, stres, çevresel faktörler, medeni durum, çalışma sektörü, çalışma süresi gibi etmenler de vardır. Kişilerde saç dökülme problemi arttıkça fiziksel görünüşteki problemlerin artmasının yanı sıra psikolojik problemler de artmaktadır. Fiziksel problemler kariyer hayatımızdan, birlikte olduğumuz insana kadar birçok durumda sorun teşkil etmektedir. Psikolojik durumlar kimi bireylerde daha fazla görülmektedir. Başta depresyon olmak üzere yaşlanma kaygısı, çekiciliğin bitmesi, paranoya, özgüven kaybı, yaşam kalitesinde ve benlik duygusunda azalma, içine kapanıklık gibi duyguların ortaya çıkmasına neden olabilir. Saçlar dökülürken insan fiziksel olarak acı çekmese de kimse saçlarının dökülmesini gönüllü olarak istemez.

Fiziksel görünüş kişinin kendine olan özgüveninin önemli bir parçasıdır. Saç dökülmesi ileri bir düzeye ulaştığı zaman kişilerin lakap takmasına ve alay konusu olmasına kadar gidebilir. Bu yüzden saç dökülmesi kimi bireylerde depresyona bağlı olarak çok ciddi sıkıntılar çekmesine neden olabilmektedir.

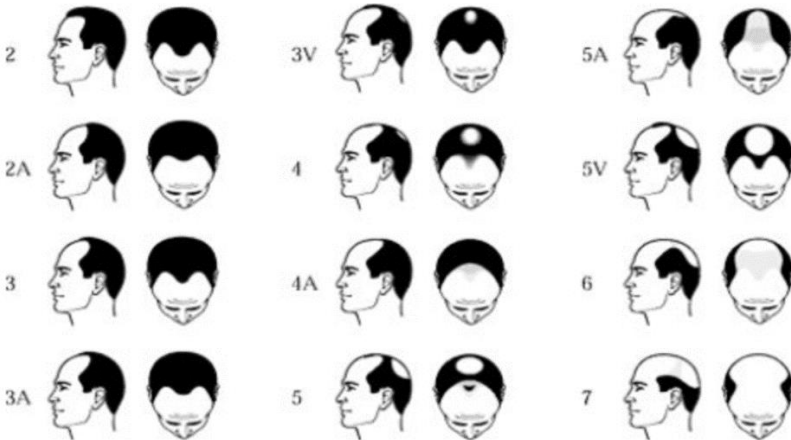
Erkeklerde en sık görülen ilerleyici saç dökülme sebebi Androjenetik alopesi (AGA)'dır. Erkeksi saç kaybı, olağan kellik, erkek tipi kellik olarak da tanımlanan AGA genetik olarak yatkınlığı olan bireylerde androjenlerin etkisiyle meydana gelen saç dökülme biçimidir [1,2].

Androjenetik alopesi ifadesi terim olarak Orentreich tarafından 1960'da kullanılmıştır. AGA hem kadın hem de erkek bireylerde sıklıkla gözlemlenen bir saç dökülme şeklidir [3]. Androjenetik alopesi ifadesi kadınlarda Kadın Tipi Saç Kaybı (KTSK), erkeklerde ise Erkek Tipi Saç Kaybı (ETSK) şeklinde bilinmektedir [4]. Bu ifadelerin birbirlerinden farklı biçimde

kullanılmasının sebebi androjen metabolizmasının ve oluşumdan sonra hastalığın gidişatının kadın ve erkeklerde farklı şekilde nüksetmesidir [5].

Androjenetik Alopesinin görülme sıklığı ve yaygınlığı yaşa ve ırka göre değişiklik göstermektedir. Literatürde az sayıda prevelans verilerine dayanarak, beyaz erkeklerin % 30'unun 30 yaş, %50'sinin 50 yaş ve %80'inin 70 yaşa kadar AGA bulgularının oluşacağını biliyoruz [1,6]. Çin, Japon ve Afrika kökenli Amerikalılarda beyazlara göre daha az AGA oluşmaktadır [1,7].

Androjenetik alopesi skalası kadın ve erkek bireylerde ilk olarak 1951'de Hamilton tarafından oluşturulmuştur. Norwood'un beyaz erkekler üzerinde yapmış olduğu çalışma ile Hamilton sınıflamasında değişiklik yapmış ve hastalığın ilerlemesine göre Norwood sınıflamasını 7 aşama olarak tanımlamış ve Şekil 1 deki gibi sınıflandırmıştır. Buna göre Norwood Tip I'de frontotemporal saç çizgisi ya en az düzeydedir ya da çekilme yoktur. Tip VII'de kulağın önünden başlayıp sonrasında at nalı biçimindeki alanın dışındaki saçlar dökülmüştür. Kadınlarda frontal saç çizgisinin korunduğu orta-frontal alandaki diffüz seyrelme oldukça tipiktir. Özellikle saçlar ortadan ayrıldığında bu görünüm daha belirginleşir ve "çam ağacı paterni" olarak isimlendirilir. Nadiren kadınlarda bitemporal açılma izlenebilir. Kadınlardaki bitemporal açılma sıklıkla minimaldir [1,2,8,9]



**Şekil 1. Erkek tipi Androjenetik Alopeside Norwood Sınıflaması [9]**



Androjenetik alopesinin tanısı genellikle herhangi bir laboratuvar incelemesi ya da tıbbi müdahale kullanılmadan fiziksel muayene ile belirlenir. Ancak genç bir kadında AGA ile birlikte hirsutizm, akne, virilizm gibi diğer hiperandrojenemi bulgularının varlığı durumunda sebep araştırılmalıdır. Benzer şekilde, kadın hastada ortaya çıkan belirgin bitemporal çekilmeler varsa virilizan bir tümör akla gelmeli ve ekarte edilmelidir [2,9].

AGA tedavisinde cerrahi yöntemler de kullanılmaktadır. Saç ekimi ilk olarak Dr. Norman Orentreich tarafından tanımlanmıştır. Saçlı derinin arkası ve yanlarında bulunan ve hastalıktan etkilenmeyen kıl folikülleri kel bölgeye ekilir. Hastanın yeterli donör saçı mevcut ise hem erkeklerde hem de kadınlarda saç ekimi iyi bir seçenektir [10-12].

Saçlar, bireyler arasındaki sosyal iletişim kurmada etkili bir role sahiptir. Saçlarında seyrelme ya da dökülme problemi olan kişilerin kendilerini fiziksel ve sosyal olarak daha çekingen, yaşlı ve mutsuz olarak görmektedir. Bu yüzden AGA kişiler için bilindiğinin aksine daha stresli ve kişinin beden olarak memnuniyetini oldukça azaltan bir haldir [13].

## **1. YAŞAM ANALİZİ**

Bilhassa 20. yüzyılın birinci döneminden sonra büyük bir ilerleme kaydeden yaşam analizi, en geniş anlamıyla pozitif tanımlanmış olan rastlantı değişkenlerinin istatistiksel olarak analizlerinin yapılması için kullanılan yöntemlerdir. Örneğin, bir aletin bozulma zamanı, canlı bir birimin ölüm zamanı veya herhangi bir olayın meydana gelme zamanı rastlantı değişkeni olarak kabul görülebilir [14].

Yaşam analizlerinin kendilerine has bazı terimleri vardır. Olay; hastalığa yakalanma, hastalığın kötüye seyretmesi, iyileşme, ölüm ya da bireyin başına gelebilecek herhangi bir durumu gösterir. Olumlu ya da olumsuz olgular incelenen durumun yani olayın konusunu oluşturmaktadır. Geçen süre ise, araştırmanın en başından olayın meydana gelmesine kadar geçen saatleri, günleri, haftaları, ayları ve yılları belirtmektedir [15].

Yaşam analizinin amacı, T gibi bir başlangıç zamanı alınarak gözlemlenmeye alınan n sayıda gözlemin meydana gelecek olayın oluşmasına

kadar ki yaşam sürelerini tahmin edip, bu süreyi etkileyen etmenlerin saptanması ve bu etmenleri içinde barındıran şekilleri oluşturarak kestirimlerini yapmaktır. Diğer bir ifadeyle yaşam analizi metotları gözlem sürelerini ve diğer etmenleri kapsayan veri gruplarında yaşam sürelerini göz önüne alarak ortalama yaşam süresi, ortanca yaşam süresi, yaşam olasılıkları, ölüm olasılıkları gibi kestirimler yapmayı amaçlayan metotlar bütünüdür [16].

## 2. ODDS YÖNTEMİ

Odds yöntemi (Relatif risk) ; hasta grubunda ilgilenilen durumun görülme sıklığı ile kontrol grubunda ilgilenilen durumun görülme sıklığına oranlanması ile elde edilir. Başka bir ifadeyle, hasta grubundaki risk ile kontrol grubundaki risk oranı olarak da ifade edilir. İleriye yönelik (kohort) ve kesitsel araştırmalarda kullanılmakta ve aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$RR = (a(a + b))/(c(c + d)) \quad (2.1)$$

Hasta ve kontrol gruplarındaki ilgilenilen durumun gözlenme sıklıkları birbirine eşit ise RR değeri 1 değerine eşit olur. Hasta grubunda ilgilenilen durumun gözlenme sıklığı, kontrol grubundakinden büyükse RR değeri 1 değerinden büyük olacağından risk artışı gözlenmektedir.

Diğer yandan hasta grubunda ilgilenilen durumun gözlenme sıklığı, kontrol grubundakinden küçükse; RR değeri 1'den küçük çıkacaktır ve bu durumda risk durumunun azaldığı rahatlıkla söylenebilir [17,18].

Elde edilen sonuçları istatistiksel olarak yorumlamak için RR; % 95 güven aralığı, %95  $G.A.=\ln(RR)\pm 1,96\sqrt{Var(\ln(RR))}$  durumu dikkate alınmaktadır. Ancak dikkat edilmesi gereken husus ise güven aralığı risk oranına göre simetrik olmayabilir. Dikkat edilmesi gereken bir başka husus ise elde edilen değer kesinlikle negatif bir değer almazken, büyük değerler alabilmektedir.

Ayrıca, logaritmik RR'nin güven aralığı simetriğe yakındır. Bundan dolayı RR'nin güven aralığı logaritmik değeriyle hesaplanmaktadır.

Güven aralığı 1 değerini içeriyorsa RR değeri istatistiksel olarak anlamlıdır [18-20].

Sonuç olarak odds oranı; hasta grubundaki durumun gerçekleşme odds'u ile kontrol grubundaki odds'un birbirine oranlanmasıyla elde edilir. Başka bir ifadeyle; bir olayın olma olasılığının, olmama olasılığına “odds oranı” denir. Odds oranı, kohort ve vaka-kontrol gibi çalışmalarında etki büyüklüğü ölçüsü olarak kullanılmakta ve eşitlik (2.2)'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$OR = \frac{\frac{a}{(a+b)}}{\frac{c}{(c+d)}} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a*d}{b*c} \quad (2.2)$$

Relatif riskte de olduğu gibi odds risk değeri de simetrik bir güven aralığına sahip değildir. Bundan dolayı RR değerinde olduğu gibi OR değerinin güven aralığı hesabında da logaritmik değeri kullanılır.

OR değeri için;

- 1 değerinden küçük olması durumunda hastalık riskinin azaldığı,
- 1 değerine eşit olması durumunda hastalık durumunun etkisinin olmadığı,
- 1 değerinden büyük olması durumunda ise riskin artırdığı anlamına gelmektedir.

OR değeri ile RR değeri çoğunlukla karıştırılmakta ve RR olarak yorumlanmaktadır. Kabul edelim ki hasta grubunda risk durumunun görülme sıklığı yüksek ise o zaman OR ve RR değerlerinin ikisi de 1 değerinden büyük olur, ancak iki durumun yorumlanmasında OR değerinin RR değerinden daha büyük olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Diğer yandan hasta grubunda risk durumunun görülme sıklığı az ise; OR ve RR değerlerinin ikisi de 1 değerinden küçüktür ancak OR değeri ile RR değeri yorumlanırken OR değeri daha küçüktür. Benzer şekilde ilgilenilen durumun görülme sıklığı hem

kontrol grubunda ve hem de hasta grubunda aynı ise; bu durumda OR ve RR değerleri 1 değerine eşit olur [17,20].

### **3. Araştırmanın Evreni ve Örnekleme/Araştırma Grubu/ Araştırma Alanı**

Araştırma 250 kontrol grubu 650 hasta grubu olmak üzere toplam 900 kişiden oluşan ve kesitsel deney düzeni tasarımı kullanılarak Fırat Üniversitesi Dermatoloji polikliniğine gelen hastalara uygulandı. Çalışmanın anket sonucunda elde edilen veriler Odds yöntemleri de sınıflandırılmıştır.

Çalışmanın evrenini Elazığ Fırat Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesine gelen hastalar oluştururken; örneklemini ise Dermatoloji polikliniğine başvuran saç dökülmesi problemi olmayan 250, saç dökülmesi problemi olan 650 olmak üzere toplam 900 erkek birey oluşturmuştur.

#### **Araştırmanın hipotezleri ise şu şekilde oluşturulmuştur:**

$H_0$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile yaş faktörü arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile yaş faktörü arasında bir ilişki vardır.

$H_0$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile medeni durum arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile medeni durum arasında bir ilişki vardır.

$H_0$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile kan grubu arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile kan grubu arasında bir ilişki vardır.

$H_0$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile sigara kullanma alışkanlığı arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile sigara kullanma alışkanlığı arasında bir ilişki vardır.

$H_0$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile stres faktörü arasında bir ilişki yoktur.

$H_1$ : Erkeklerde saç dökülme problemi ile stres faktörü arasında bir ilişki vardır.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak 27 sorudan oluşturulan çoktan seçmeli anket soruları uygulanıp veriler elde edildi. Daha sonra elde edilen veriler ODSS yöntemi ile analiz edildi. Bu sonuçlar bir araya toplanıp tablo ve şekillerle desteklenerek görselleştirildi.

			Medeni Durum	Sigara	Stres	
			A RH (+)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	13
			Bekar	Evet	Hayır	6
			Bekar	Hayır	Evet	18
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>103</b>		<b>39</b>				
A RH (+)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	15
			Bekar	Evet	Hayır	5
			Bekar	Hayır	Evet	15
			Bekar	Hayır	Hayır	3
<b>236</b>		<b>39</b>				
			Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

B RH (+)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	6
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	3
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>22</b>		<b>10</b>				
B RH (+)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	1
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	6
			Bekar	Hayır	Hayır	3
<b>85</b>		<b>10</b>				
AB RH (+)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	10
			Bekar	Evet	Hayır	4
			Bekar	Hayır	Evet	8
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>76</b>		<b>23</b>				
AB RH (+)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	5
			Bekar	Evet	Hayır	3
			Bekar	Hayır	Evet	5
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>55</b>		<b>13</b>				
			Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

0 RH (+)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	8
			Bekar	Evet	Hayır	5
			Bekar	Hayır	Evet	2
			Bekar	Hayır	Hayır	2
<b>62</b>		<b>17</b>				
0 RH (+)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	4
			Bekar	Evet	Hayır	2
			Bekar	Hayır	Evet	7
			Bekar	Hayır	Hayır	6
<b>150</b>		<b>19</b>				
A RH (-)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	1
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	4
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>10</b>		<b>6</b>				
A RH (-)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	5
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>29</b>		<b>6</b>				
			Evli	Evet	Evet	0

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

B RH (-)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	2
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	2
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>11</b>		<b>5</b>				
B RH (-)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	2
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>12</b>		<b>4</b>				
0 RH (-)	0 ve 1 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	3
			Bekar	Evet	Hayır	2
			Bekar	Hayır	Evet	2
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>16</b>		<b>7</b>				
0 RH (-)	2,3,4 tip	18-23 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	5
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	3
			Bekar	Hayır	Hayır	0



*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

<b>40</b>		<b>8</b>				
A RH (+)	0 ve 1 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	12
			Bekar	Evet	Hayır	4
			Bekar	Hayır	Evet	8
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>103</b>		<b>27</b>				
A RH (+)	2,3,4 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	9
			Evli	Evet	Hayır	4
			Evli	Hayır	Evet	3
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	26
			Bekar	Evet	Hayır	2
			Bekar	Hayır	Evet	9
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>236</b>		<b>53</b>				
B RH (+)	0 ve 1 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>22</b>		<b>3</b>				
B RH (+)	2,3,4 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	3
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	2
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	1
			Bekar	Evet	Hayır	2

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

			Bekar	Hayır	Evet	8
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>85</b>		<b>17</b>				
0 RH (+)	0 ve 1 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	4
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	2
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	4
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	4
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>62</b>		<b>15</b>				
0 RH (+)	2,3,4 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	8
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	3
			Evli	Hayır	Hayır	3
			Bekar	Evet	Evet	9
			Bekar	Evet	Hayır	1
			Bekar	Hayır	Evet	4
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>150</b>		<b>29</b>				
0 RH (-)	0 ve 1 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	2
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	3
			Bekar	Evet	Hayır	1
			Bekar	Hayır	Evet	2
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>16</b>		<b>8</b>				
0 RH (-)	2,3,4 tip	24-29 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	2
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	1

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

			Bekar	Evet	Hayır	1
			Bekar	Hayır	Evet	3
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>40</b>			<b>9</b>			
A RH (+)	0 ve 1 tip	30-35 yaş	Evli	Evet	Evet	2
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	2
			Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	3
			Bekar	Evet	Hayır	1
			Bekar	Hayır	Evet	3
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>103</b>			<b>12</b>			
A RH (+)	2,3,4 tip	30-35 yaş	Evli	Evet	Evet	17
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	8
			Evli	Hayır	Hayır	2
			Bekar	Evet	Evet	5
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	8
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>236</b>			<b>41</b>			
B RH (+)	0 ve 1 tip	30-35 yaş	Evli	Evet	Evet	2
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>22</b>			<b>4</b>			
			Evli	Evet	Evet	6
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	5

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

B RH (+)	2,3,4 tip	30-35 yaş	Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	1
			Bekar	Evet	Hayır	1
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>85</b>		<b>15</b>				
AB RH (+)	0 ve 1 tip	30-35 yaş	Evli	Evet	Evet	3
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
Bekar	Hayır	Hayır	0			
<b>19</b>		<b>4</b>				
AB RH (+)	2,3,4 tip	30-35 yaş	Evli	Evet	Evet	2
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	3
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>55</b>		<b>7</b>				
0 RH (+)	0 ve 1 tip	30-35 yaş	Evli	Evet	Evet	4
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	3
			Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>62</b>		<b>9</b>				
			Evli	Evet	Evet	12
			Evli	Evet	Hayır	0

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

0 RH (+)	2,3,4 tip	30-35 yaş	Evli	Hayır	Evet	8
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	2
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>150</b>		<b>23</b>				
A RH (+)	0 ve 1 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	7
			Evli	Evet	Hayır	2
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>103</b>		<b>11</b>				
A RH (+)	2,3,4 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	22
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	11
			Evli	Hayır	Hayır	2
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	5
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>236</b>		<b>41</b>				
B RH (+)	0 ve 1 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>22</b>		<b>2</b>				

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

B RH (+)	2,3,4 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	7
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	2
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	4
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>85</b>		<b>14</b>				
0 RH (+)	0 ve 1 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	4
			Evli	Evet	Hayır	3
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	3
			Bekar	Hayır	Hayır	1
<b>62</b>		<b>11</b>				
0 RH (+)	2,3,4 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	6
			Evli	Evet	Hayır	2
			Evli	Hayır	Evet	12
			Evli	Hayır	Hayır	2
			Bekar	Evet	Evet	2
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>150</b>		<b>24</b>				
0 RH (-)	0 ve 1 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>10</b>		<b>2</b>				
0 RH (-)	2,3,4 tip	36-41 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>29</b>		<b>2</b>				
0 RH (+)	0 ve 1 tip	42-47 yaş	Evli	Evet	Evet	2
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	2
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>62</b>		<b>4</b>				
0 RH (+)	2,3,4 tip	42-47 yaş	Evli	Evet	Evet	11
			Evli	Evet	Hayır	2
			Evli	Hayır	Evet	6
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>150</b>		<b>19</b>				
A RH (+)	0 ve 1 tip	48-53 yaş	Evli	Evet	Evet	2
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	4
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0

*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>103</b>		<b>6</b>				
A RH (+)	2, 3, 4 tip	48-53 yaş	Evli	Evet	Evet	10
			Evli	Evet	Hayır	2
			Evli	Hayır	Evet	5
			Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>236</b>		<b>18</b>				
0 RH (+)	0 ve 1 tip	48-53 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	0
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	1
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>62</b>		<b>3</b>				
0 RH (+)	2,3,4 tip	48-53 yaş	Evli	Evet	Evet	11
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	6
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>150</b>		<b>17</b>				
A RH (+)	0 ve 1 tip	54-59 yaş	Evli	Evet	Evet	0
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	3
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	1
			Bekar	Evet	Hayır	0



*Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması*

			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>103</b>		<b>4</b>				
A RH (+)	2,3,4 tip	54-59 yaş	Evli	Evet	Evet	4
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	3
			Evli	Hayır	Hayır	3
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>236</b>		<b>10</b>				
0 RH (+)	0 ve 1 tip	54-59 yaş	Evli	Evet	Evet	1
			Evli	Evet	Hayır	1
			Evli	Hayır	Evet	1
			Evli	Hayır	Hayır	0
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>62</b>		<b>3</b>				
0 RH (+)	2,3,4 tip	54-59 yaş	Evli	Evet	Evet	5
			Evli	Evet	Hayır	0
			Evli	Hayır	Evet	5
			Evli	Hayır	Hayır	1
			Bekar	Evet	Evet	0
			Bekar	Evet	Hayır	0
			Bekar	Hayır	Evet	0
			Bekar	Hayır	Hayır	0
<b>150</b>		<b>11</b>				

**Tablo 1.** Kan Grubu, Saç Tipi, Yaş Faktörlerinin Medeni Durum, Sigara ve Stres Faktörlerine Olan Etkisinin ODSS Yöntemi ile Hesaplanması

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (+) olan kontrol grubunda 103, hasta grubunda 236 olan bireylerin arasından seçilen

18-23 yaş aralığındaki 39 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. odds değerleri medeni durumu 1, stres faktörüne göre 0,86 hesaplanmışken en çok etki sigara içenlerle içmeyenler arasında olup bu değer 1,108 bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu B RH (+) olan kontrol grubunda 22, hasta grubunda 85 olan bireylerin arasından seçilen 18-23 yaş aralığındaki 10 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin medeni duruma etkisi bulunmamıştır. Stresli olup olmamasına göre 0,259 hesaplanırken en fazla etkiyi 0,074 ile sigara içip içmeme durumu etkili olmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu AB RH (+) olan kontrol grubunda 76, hasta grubunda 55 olan bireylerin arasından seçilen 18-23 yaş aralığındaki kontrol grubundan 23, hasta grubunda 13 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin medeni duruma etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bu değer stres faktörüne göre 0,925 hesaplanmışken en çok etki sigara içenlerle içmeyenler arasında olup bu değer 1,028 bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasından seçilen 18-23 yaş aralığındaki kontrol grubundan 17, hasta grubunda 19 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin medeni durumunda etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Bu değer sigara içme faktörüne göre 0,142 hesaplanmışken en çok etki stresli olup olmama arasında olup bu değer 0,962 bulunmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (-) olan kontrol grubunda 10, hasta grubunda 29 olan bireylerin arasından seçilen 18-23 yaş aralığındaki 6 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin medeni durum ve stres faktöründe etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Sigara içme durumuna bağlı olarak 25 değeri bulunmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu B RH (-) olan kontrol grubunda 11, hasta grubunda 12 olan bireylerin arasında bulunan 18-23 yaş aralığındaki kontrol grubundan 5, hasta grubundan 4 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin medeni durum üzerinde etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Stres faktörü 0,75 bulunmuşken sigara içip içmeme durumuna göre 1,5 olarak hesaplanmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (-) olan kontrol grubunda 16, hasta grubunda 40 olan bireylerin arasında bulunan 18-23 yaş aralığında kontrol grubundan 7, hasta grubundan 8 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları

incelenmiştir. Odds değerinin medeni durum ve stres faktörü üzerinde etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Sigara içme durumunun değeri 0,66 olarak hesaplanmıştır.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (+) olan kontrol grubunda 103, hasta grubunda 236 olan bireylerin arasında bulunan 24-29 yaş aralığında kontrol grubundan 27, hasta grubundan 53 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. ODDS değeri sigara içip içmeme durumuna göre 2,009, stres faktörüne göre 1,780 ve medeni duruma göre en yüksek etki ile 5,405'dir. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin ODDS değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu B RH (+) olan kontrol grubunda 22, hasta grubunda 85 olan bireylerin arasında bulunan 24-29 yaş aralığında kontrol grubundan 3, hasta grubundan 17 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin sigara faktörünün üzerinde bir etkisi yoktur. Medeni duruma göre bu değer 0,83 iken stres faktörü ise en büyük etki değeri ile 2,33 bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin Odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasında bulunan 24-29 yaş aralığında kontrol grubundan 15, hasta grubundan 29 kişinin

medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri sigara içip içmemede 1,227, stres faktöründe en az etkiye sahip olup 0,342 iken en yüksek değer ise medeni durumda olup 1,4 olarak bulunmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (-) olan kontrol grubunda 16, hasta grubunda 40 olan bireylerin arasında bulunan 24-29 yaş aralığında kontrol grubundan 8, hasta grubundan 9 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri sigara içip içmemede 0,26, stres faktöründe 0,5 iken en yüksek değer ise medeni durumda olup 2,4 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin Odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (+) olan kontrol grubunda 103, hasta grubunda 236 olan bireylerin arasında bulunan 30-35 yaş aralığında kontrol grubundan 12, hasta grubundan 41 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri en düşük sigara içip içmemede olup 1,157, stres faktöründe 2,53 iken en yüksek değer ise medeni durumda olup 2,7 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin ODDS değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu B RH (+) olan kontrol grubunda 22, hasta grubunda 85 olan bireylerin arasında bulunan 30-

35 yaş aralığında kontrol grubundan 4, hasta grubundan 15 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri en düşük medeni durumda olup 0,916, en yüksek değer ise sigara içip içmeme de olup 1,142 hesaplanmıştır. Stres faktörünün herhangi bir etkisi görülmemiştir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu AB RH (+) olan kontrol grubunda 19, hasta grubunda 55 olan bireylerin arasında bulunan 30-35 yaş aralığında kontrol grubundan 4, hasta grubundan 7 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri sigara içip içmemede 0,25 olarak hesaplanmıştır. Medeni durum ve stres faktörünün etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasında bulunan 30-35 yaş aralığında kontrol grubundan 9, hasta grubundan 23 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri en düşük medeni durumda olup 0,83, en yüksek değer sigara içip içmeme de olup 1,94 olarak bulunmuştur. Stres faktörünün herhangi bir etkisi yoktur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (+) olan kontrol grubunda 103, hasta grubunda 236 olan bireylerin arasında bulunan 36-41 yaş aralığında kontrol grubundan 11, hasta grubundan 41 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum için 0,72, sigara içip içmeme durumu 0,283 iken en yüksek değer 2,814 ile stres faktörüdür. Bulunan bu

değer erkek tipi saç dökülme riskinin Odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu B RH (+) olan kontrol grubunda 22, hasta grubunda 85 olan bireylerin arasında bulunan 36-41 yaş aralığında kontrol grubundan 2, hasta grubundan 14 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değerinin medeni durum ve sigara içip içmeme durumu için etkili çıkmamıştır. Stres faktörü ise 13 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin Odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasında bulunan 36-41 yaş aralığında kontrol grubundan 11, hasta grubundan 24 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri stres faktörü için 2,857, sigara içip içmeme durumu 0,408 iken en yüksek değer 6,285 ile medeni durumdur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin Odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (-) olan kontrol grubunda 10, hasta grubunda 29 olan bireylerin arasında bulunan 36-41 yaş aralığında kontrol grubundan 2, hasta grubundan 2 kişinin medeni

durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum ve stres faktörüne etki etmezken sigara içip içmeme durumuna göre 1 olarak bulunmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasında bulunan 42-47 yaş aralığında kontrol grubundan 4, hasta grubundan 19 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum ve stres faktörüne etki etmezken sigara içip içmeme durumuna göre 2,166 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (+) olan kontrol grubunda 103, hasta grubunda 236 olan bireylerin arasında bulunan 48-53 yaş aralığında kontrol grubundan 6, hasta grubundan 18 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum ve stres faktörüne etki etmezken sigara içip içmeme durumuna göre 4 olarak bulunmuştur.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasında bulunan 48-53 yaş aralığında kontrol grubundan 3, hasta grubundan 17 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum ve stres faktörüne etki etmezken sigara içip içmeme durumuna göre 0,916 olarak bulunmuştur.



Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu A RH (+) olan kontrol grubunda 103, hasta grubunda 236 olan bireylerin arasında bulunan 54-59 yaş aralığında kontrol grubundan 4, hasta grubundan 10 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum ve stres faktörüne etki etmezken sigara içip içmeme durumuna göre 2 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Tabloda görüldüğü gibi çalışmaya katılan ve kan grubu 0 RH (+) olan kontrol grubunda 62, hasta grubunda 150 olan bireylerin arasında bulunan 54-59 yaş aralığında kontrol grubundan 3, hasta grubundan 11 kişinin medeni durum, sigara içip içmeme, stresli olup olmamasına göre durumları incelenmiştir. Odds değeri medeni durum için etkili olmazken, sigara içip içmeme durumuna göre 1,66, stres faktörüne göre ise 5 bulunup en yüksek etkiye sahiptir denilebilir. Bulunan bu değer erkek tipi saç dökülme riskinin odds değerinden büyük olduğunu ve muhtemel ilerleyen yaş aralıklarında saç dökülme tipinde değişiklik olacağını göstermektedir.

Genel itibarıyla odds değerlerine göre elde edilen veriler doğrultusunda “medeni durum”, “sigara içip içmeme” ve bireylerin “stres” durumları saç dökülme tipleri üzerinde etkili olmuştur. Yine kan grupları bakımından ağırlıklı olarak (+) pozitif kan gruplarının öne çıktığı görülmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Lolli, F., Pallotti, F., Rossi, A., Fortuna, M. C., Caro, G., Lenzi, A., Sansone, A., Lombardo, F. (2017). Androgenetic alopecia: a review, *Endocrine*, cilt 57(1), ss. 9-17. doi:10.1007/s12020-017-1280-y
- [2] Şendur, N. ve Karaman, G.C. (2000). Androjenetik alopesi, *Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, cilt 1(3), ss. 39-46.
- [3] Forslind, B. (2000). Structure and function of hair follicle. In *Hair and its disorders: biology, pathology and management*, pp. 3-16, Martin Dunitz
- [4] Kaufman, K. D. (2002). Androgens and alopecia, *Molecular and Cellular Endocrinology*, cilt 198(1-2), ss. 89-95. doi: 10.1016/S0303-7207(02)00372-6
- [5] Yip, L., Rufaut, N. ve Sinclair, R. (2011). Role of genetics and sex steroid hormones in male androgenetic alopecia and female pattern hair loss: An update of what we now know, *Australasian Journal of Dermatology*, cilt 52(2), ss. 81-88. doi:10.1111/j.1440-0960.2011.00745.x
- [6] Severi, G., Sinclair, R., Hopper, J.L., English, D. R., McCredie, M. R. E., Boyle, P., Giles, G.G. (2003). Androgenetic alopecia in men aged 40–69 years: prevalence and risk factors, *British Journal of Dermatology*, cilt 149(6), 1207-1213. doi:10.1111/j.1365-2133.2003.05565.x
- [7] Otberg, N., Finner, A. M. ve Shapiro, J. (2007). Androgenetic alopecia, *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, cilt 36(2), ss. 379-398.
- [8] Norwood, O. T. (2001). Incidence of female androgenetic alopecia (female pattern alopecia), *Dermatologic Surgery*, cilt 27(1), ss. 53-54. doi:10.1111/j.1524-4725.2001.00124.x
- [9] Yorulmaz, A. (2016). Androjenetik Alopesi, *Çağdaş Tıp Dergisi*, cilt 6(3), ss. 248-254. doi:10.16899/ctd.45565

- [10] Kelly, Y., Blanco, A. ve Tosti, A. (2016). Androgenetic alopecia: an update of treatment options, *Drugs*, cilt 76(14), ss. 1349-1364.
- [11] Blumeyer, A., Tosti, A., Messenger, A., Reygagne, P., Del Marmol, V. et al. (2011). Evidence-based (S3) guideline for the treatment of androgenetic alopecia in women and in men, *JDDG: Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, cilt 9(6), ss. 1-57. doi: 10.1111/j.1610-0379.2011.07802.x
- [12] Hwang, S. T., Kim, H. Y., Lee, S. J., Lee, W. J., Kim, D. W., Kim, J. C. (2009). Recipient-site influence in hair transplantation: a confirmative study, *Dermatologic surgery*, cilt 35(6), ss. 1011-1014. doi:10.1111/j.1524-4725.2009.01175.x
- [13] Cash, T. F. (1999). The psychosocial consequences of androgenetic alopecia: a review of the research literature, *The British journal of dermatology*, 141(3), 398-405. doi:10.1046/j.1365-2133.1999.03030.x
- [14] Sertkaya, D. (1996). *Değişim Noktalı Sabit Hazard Modeli*, Bilim Uzmanlığı Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- [15] Kleinbaum, D. G. ve Klein, M. (2005). *Survival analysis: A Self-Learning Text*, (Second Edition), Springer
- [16] Özdamar, K. (2003). *Spss İle Biyoistatistik*. Kaan Kitapevi, Eskişehir
- [17] Alderson, P. ve Green, S. (2002). *Cochrane collaboration open learning material for reviewers*, Cochrane Collaboration, Module-12, John Wiley & Sons, Ltd, UK
- [18] Sutton, A. J., Abrams, K. R., Jones, D. R., Sheldon, T. A., Song, F. (2000). *Methods for meta-analysis in medical research*, John Wiley & Sons, Ltd, New York
- [19] Borenstein, M., Hedges, L.V., Higgins, J. P. T., Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis* (Second Edi.), John Wiley & Sons

- [20] Schechtman, E. (2002). Odds ratio, relative risk, absolute risk reduction, and the number needed to treat—which of these should we use?, *Value in health*, cilt 5(5), ss. 431-436. doi: 10.1046/j.1524-4733.2002.55150.x